

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

AMANDA CAROLINE DUDCZAK

**COMPOSIÇÃO DA ENTOMOFAUNA DE LEPIDÓPTEROS E SEUS
PARASITOIDES NA CULTURA DA SOJA NO MUNICÍPIO DA LAPA, PARANÁ E
BIOLOGIA DE *Trichogramma bruni* EM DOIS HOSPEDEIROS**

CURITIBA

2017

AMANDA CAROLINE DUDCZAK

**COMPOSIÇÃO DA ENTOMOFAUNA DE LEPIDÓPTEROS E SEUS
PARASITOIDES NA CULTURA DA SOJA NO MUNICÍPIO DA LAPA, PARANÁ E
BIOLOGIA DE *Trichogramma bruni* EM DOIS HOSPEDEIROS**

Dissertação apresentada como requisito parcial
à obtenção do grau de Mestre em Zoologia, no
Curso de Pós Graduação em Zoologia, Setor de
Ciências Biológicas da Universidade Federal do
Paraná.

Orientador: Luís Amilton Foerster

CURITIBA

2017

Universidade Federal do Paraná
Sistema de Bibliotecas

Dudczak, Amanda Caroline

Composição da entomofauna de lepidópteros e seus parasitoides na cultura da soja no município da Lapa, Paraná e biologia de *Trichogramma bruni* em dois hospedeiros. / Amanda Caroline Dudczak. – Curitiba, 2017.

85 f.: il. ; 30cm.

Orientador: Luís Amilton Foerster

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Zoologia.

1. Lagarta da soja – Praga – Controle biológico. 2. Parasitóides. I. Título. II. Foerster, Luís Amilton. III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Zoologia.

CDD (20. ed.) 632.96



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Setor CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
Programa de Pós-Graduação ZOOLOGIA

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ZOOLOGIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **AMANDA CAROLINE DUDCZAK** intitulada: **Composição da Entomofauna de Lepidopteros e seus Parasitoides na Cultura da Soja no Município da Lapa, Paraná e Biologia de *Trichogramma Bruni* em dois Hospedeiros**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO.

Curitiba, 16 de Fevereiro de 2017.

LUÍS AMILTON FOERSTER

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

MARION DO RÓCIO FOERSTER

Avaliador Externo (UFPR)

BRAULIO DOS SANTOS

Avaliador Externo (UFPR)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, devo minha gratidão ao meu orientador, Luís Amilton, por todos os ensinamentos e principalmente pela paciência. Mesmo parecendo pequenininha, devo ao senhor tudo o que cresci nos últimos dois anos, muito obrigada!

Ao programa de Pós-graduação em Zoologia pela oportunidade e a toda a equipe de professores e funcionários pela dedicação. Assim como ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida.

Agradeço também ao Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) e a sua equipe de funcionários e também ao produtor Luís Fernando, pela concessão das áreas de soja onde foram realizadas as coletas.

Aos taxonomistas Ranyse Querino, Helena Onody, Angélica Penteado Dias, Ronaldo Toma, Luzyani Santos e Eduardo Carneiro pela disposição e grande ajuda.

Agradeço imensamente à minha banca examinadora, Marion Foerster, Bráulio Santos e Alex Poltronieri, pois além de avaliarem o trabalho final, também me acompanharam desde o início, sempre dispostos a me ajudar a melhorar como pessoa e como pesquisadora, muito obrigada.

Aos professores que tanto admiro Maria Cristina e Germano, por sempre estarem presentes e dispostos a ajudar em tudo que precisei.

À equipe do Laboratório de Controle Integrado de Insetos (LCII), que sempre estiveram presentes nas coletas, nos experimentos, nas criações, etc... Sem vocês este trabalho não poderia ter sido concluído, obrigada!

Agradeço à minha família e amigos que entenderam minha ausência e me amaram mesmo à distância. Agradeço também aos verdadeiros amigos que fiz nessa jornada, levarei vocês para a vida toda.

Por último, agradeço ao meu companheiro Pedro Ribeiro que foi o meu alicerce mais importante, me apoiou, incentivou, alegrou, compreendeu e ensinou. Acreditando em mim quando nem eu acreditava. "I'm everything I am, because you loved me".

“Se você não puder se destacar pelo talento,
vença pelo esforço.”

Dave Weinbaum

RESUMO

O Brasil é o maior exportador mundial de soja. Sendo os insetos-praga responsáveis por causar grandes prejuízos à essa produção, principalmente lagartas desfolhadoras. Até a década de 70 seu controle era exclusivamente baseado na aplicação de inseticidas químicos que causavam desde danos ambientais até a seleção de populações resistentes. Para resolver esta situação, na mesma década foi implantado no Brasil o Manejo Integrado de Pragas (MIP), que prioriza a redução da utilização de inseticidas seletivos, preservando os inimigos naturais. Porém, nas últimas décadas o MIP foi relegado pelos agricultores, devido ao aumento do número de espécies praga, pela dificuldade na realização das amostragens, utilização de variedades transgênicas e principalmente, devido à falta de assistência imparcial ao agricultor. Portanto, para compreender como o complexo de lepidópteros pragas e seus parasitoides se compõe atualmente, o presente estudo objetivou conhecer suas populações e estudar a biologia de uma nova espécie de *Trichogramma* sp. parasitando ovos de *Anticarsia gemmatalis*. O estudo foi dividido em duas etapas, na primeira foram realizados levantamentos em duas áreas de soja no Município da Lapa/PR, durante a safra 2015/16. A primeira estava localizada no Instituto Agrônômico do Paraná, onde foram utilizadas as práticas preconizadas pelo MIP e plantada uma variedade convencional. Na outra área foi adotado o manejo do produtor utilizando uma variedade transgênica, resistente ao herbicida glifosato. As lagartas foram coletadas através do método do pano de batida semanalmente entre janeiro e março de 2016. Os parasitoides larvais foram amostrados a partir das lagartas coletadas com o pano de batida e de coletas manuais. Os parasitoides de ovos, foram coletados a partir gaiolas de náilon, contendo ovos de *A. gemmatalis*. Nos levantamentos de campo o nível de ação não foi atingido em ambas as áreas. Na área convencional a espécie mais abundante foi *A. gemmatalis*, sendo controlada por inimigos naturais durante o ciclo da cultura. Na área transgênica, o complexo *Plusiinae* predominou em todas as coletas, apesar da realização de cinco aplicações de inseticidas. Das três espécies de parasitoides de ovos encontradas no levantamento, *Trichogramma bruni*, é descrita pela primeira vez em ovos de *A. gemmatalis* no Brasil. Na segunda etapa, a partir dos indivíduos de *T. bruni* e *T. pretiosum* coletados em campo, foram estabelecidas criações em laboratório e realizados bioensaios comparando a biologia dos parasitoides em ovos das duas principais pragas da cultura, *A. gemmatalis* e *Chrysodeixis includens*. Foi avaliado o parasitismo, emergência, tempo de desenvolvimento, número de parasitoides por ovo, razão sexual, longevidade e capacidade reprodutiva. *Trichogramma bruni* mostrou-se menos eficaz que *T. pretiosum* quanto aos parâmetros avaliados nos hospedeiros testados. Ambas as espécies parasitoides apresentaram menor preferência aos ovos de *C. includens* em relação aos de *A. gemmatalis*. Porém, as duas espécies são capazes de parasitar as pragas-chave da cultura da soja estudadas.

Palavras-chave: Controle Biológico; Biologia comparada; Parasitoide de ovos; *Glycine max*; Manejo Integrado de Pragas.

ABSTRACT

Brazil is the world's largest exporter of soybeans. Pest insects can cause great damage to production, mainly lepidopteran defoliators. Until the 1970s their control was based on the application of chemical insecticides that caused environmental damage and selection of resistant populations. To mitigate this situation, Integrated Pest Management (IPM) was implemented in Brazil, which prioritizes the use of selective insecticides, thus preserving the natural enemies. However in the last decades, the principles of IPM have been relegated by the producers, due to the increase of pests species, the difficulty in carrying out the samplings, use of transgenic varieties and, mainly due to lack of impartial assistance to the producer. Therefore, to better understand how the complex of lepidopteran pests and their parasitoids is currently composed, the present study aimed to assess their populations and to study the biology of a new species parasitizing eggs of *Anticarsia gemmatalis*. Thus, the study was divided in two chapters; in the first one surveys were carried out in two soybean areas in the Municipality of Lapa/PR, during the crop season of 2015/16. In one area, the practices recommended by IPM and planted with a conventional variety at the Agronomic Institute of Paraná were used. In the other area, the management of the producer was adopted using a transgenic variety, resistant to the herbicide glyphosate. The caterpillars were collected through the beat cloth method weekly between January and March 2016. The larval parasitoids were sampled from the caterpillars collected with the beat cloth method and manual collections. The egg parasitoids were collected from eggs laid by caged moths on plants kept in nylon cages. In field surveys the action level was not reached in both areas. In the conventional area the most abundant species was *A. gemmatalis*, which was controlled by natural enemies during the crop cycle. In the transgenic area, the Plusiinae complex predominated in all samplings, despite five applications of insecticides made in the area. Of the three different species of egg parasitoids found in the survey, *Trichogramma bruni*, is described for the first time in eggs of *A. gemmatalis* in Brazil. In the second chapter, from the individuals of *T. bruni* and *T. pretiosum* collected in the field, laboratory colonies were established and bioassays were carried out to compare the biology of the parasitoids in the eggs of the two main soybean pests, *A. gemmatalis* and *Chrysodeixis includens*. The following parameters were evaluated: number of parasitized eggs and of emerged adults, development time, number of parasitoids per egg, sex ratio, longevity and reproductive capacity. *Trichogramma bruni* was shown less effective to *T. pretiosum* for the parameters evaluated in the tested hosts. Both parasitizing species shown less preference to eggs of *C. includens* than those of *A. gemmatalis*. However, both species were able to parasitize these two key soybean pests.

Key-words: Biological Control; Comparative biology; Egg parasitoids; *Glycine max*; Integrated Pest Management.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I - COMPOSIÇÃO DA ENTOMOFAUNA DE LEPIDÓPTEROS E SEUS PARASITOIDES APÓS O DECLÍNIO DO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS NA CULTURA DA SOJA.....	20
--	----

Figura 1. Média de todas lagartas coletadas com o método de pano-de-batida em relação às datas de coleta e os respectivos estágios de desenvolvimento da soja convencional ao longo da safra 2015/16, Lapa/PR.	30
---	----

Figura 2. Coletas manuais de lagartas enroladeiras e <i>Crociosema aporema</i> em relação às datas de coleta e os respectivos estágios de desenvolvimento da soja convencional ao longo da safra 2015/16, Lapa/PR.	31
---	----

Figura 3. Porcentagem de lagartas em seus respectivos destinos em relação ao número de indivíduos coletados na soja convencional ao longo da safra 2015/16, Lapa/PR. A soma dos destinos de cada data corresponde a 100% das lagartas coletadas na mesma.	32
--	----

Figura 4. Porcentagem de parasitoides de larvas de <i>Anticarsia gemmatalis</i> ao longo da safra 2015/16 na soja convencional, Lapa/PR.	33
---	----

Figura 5. Média de todas lagartas coletadas com o método de pano-de-batida (1x1,5m) em relação às datas de coleta e seus respectivos estágios de desenvolvimento da soja transgênica ao longo da safra 2015/16, Lapa/PR. *Aplicação de inseticidas para lagartas.....	35
---	----

Figura 6. Porcentagem de lagartas e seus respectivos destinos em relação a número total de indivíduos coletados na soja transgênica ao longo da safra 2015/16, Lapa/PR. *Aplicação de inseticidas para lagartas. **Aplicação de fungicidas e inseticidas para lagartas.	36
--	----

Figura 7. 7a) Média de lagartas de <i>Anticarsia gemmatalis</i> coletadas no pano-de-batida em cada data de coleta e o respectivo estágio de desenvolvimento da soja convencional e transgênica na safra 2015/16. 7b) Média de lagartas do Complexo Plusiinae coletadas no pano-de-batida em cada data de coleta e o respectivo estágio de desenvolvimento da soja convencional e transgênica na safra 2015/16, Lapa/PR.	38
---	----

CAPÍTULO II - BIOLOGIA COMPARADA DE <i>Trichogramma pretiosum</i> RILEY, 1879 E <i>Trichogramma bruni</i> NAGARAJA, 1983 EM OVOS DE <i>Anticarsia gemmatalis</i> HÜBNER, 1818 e <i>Chrysodeixis includens</i> (WALKER, 1858)	49
--	----

Figura 1. Média (\pm SEM) de ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> (1a) e <i>Chrysodeixis includens</i> (1b) parasitados durante a vida de fêmeas de <i>Trichogramma bruni</i> e <i>Trichogramma pretiosum</i> , sob condições de laboratório, 25 ± 2 °C; UR $70\pm 10\%$; Fotoperíodo 14:10 (claro:escuro). Razão de uma fêmea para 20 ovos ofertados a cada 24h.	63
--	----

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I - COMPOSIÇÃO DA ENTOMOFAUNA DE LEPIDÓPTEROS E SEUS PARASITOIDES APÓS O DECLÍNIO DO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS NA CULTURA DA SOJA.....	20
Tabela 1. Inseticidas utilizados na área de soja transgênica ao longo da safra 2015/16, Lapa/PR.	34
Tabela 2. Fungicidas e herbicidas utilizados na área de soja transgênica ao longo da safra 2015/16, Lapa/PR.	37
CAPÍTULO II - BIOLOGIA COMPARADA DE <i>Trichogramma pretiosum</i> RILEY, 1879 E <i>Trichogramma bruni</i> NAGARAJA, 1983 EM OVOS DE <i>Anticarsia gemmatalis</i> HÜBNER, 1818 e <i>Chrysodeixis includens</i> (WALKER, 1858)	49
Tabela 1. Médias (\pm SEM) dos parâmetros biológicos da primeira geração de <i>Trichogramma bruni</i> e <i>Trichogramma pretiosum</i> nos hospedeiros <i>Anticarsia gemmatalis</i> e <i>Chrysodeixis includens</i> , sob condições de laboratório, 25 \pm 2 °C; UR 70 \pm 10%; Fotoperíodo 14:10 (claro:escuro). Razão de uma fêmea para 10 ovos de cada hospedeiro.....	58
Tabela 2. Médias (\pm SEM) dos parâmetros biológicos da segunda geração de <i>Trichogramma bruni</i> e <i>Trichogramma pretiosum</i> nos hospedeiros <i>Anticarsia gemmatalis</i> e <i>Chrysodeixis includens</i> , sob condições de laboratório, 25 \pm 2 °C; UR 70 \pm 10%; Fotoperíodo 14:10 (claro:escuro). Razão de uma fêmea para 20 ovos de cada hospedeiro.....	59
Tabela 3. Médias (\pm SEM) da longevidade (em dias) de casais de <i>Trichogramma bruni</i> e <i>Trichogramma pretiosum</i> com ovos dos hospedeiros <i>Anticarsia gemmatalis</i> e <i>Chrysodeixis includens</i> ofertados a cada 24h, sob condições de laboratório, 25 \pm 2 °C; UR 70 \pm 10%; Fotoperíodo 14:10 (claro:escuro).....	61
Tabela 4. Médias (\pm SEM) do parasitismo acumulado até a morte das fêmeas de <i>Trichogramma bruni</i> e <i>Trichogramma pretiosum</i> nos hospedeiros <i>Anticarsia gemmatalis</i> e <i>Chrysodeixis includens</i> , sob condições de laboratório, 25 \pm 2 °C; UR 70 \pm 10%; Fotoperíodo 14:10 (claro:escuro). Razão de uma fêmea para 20 ovos ofertados a cada 24h.....	62

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
CAPÍTULO I - COMPOSIÇÃO DA ENTOMOFAUNA DE LEPIDÓPTEROS E SEUS PARASITOIDES APÓS O DECLÍNIO DO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS NA CULTURA DA SOJA	20
RESUMO:.....	20
ABSTRACT:	22
1 INTRODUÇÃO	24
2 MATERIAL E MÉTODOS	26
2.1 Levantamento de lagartas.....	26
2.2 Levantamento de parasitoides	27
2.3 Análise estatística	28
3 RESULTADOS	29
3.1 Área convencional.....	29
3.1.1 Lepidópteros	29
3.1.2 Inimigos naturais	31
3.2 Área Transgênica.....	34
3.2.1 Lepidópteros	34
3.2.2 Inimigos naturais	35
3.3. Área convencional x Área transgênica.....	37
4 DISCUSSÃO	39
4.1 Lepidópteros	39
4.2 Parasitoides	41
5 CONCLUSÕES	42
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
CAPÍTULO II - BIOLOGIA COMPARADA DE <i>Trichogramma pretiosum</i> RILEY, 1879 E <i>Trichogramma bruni</i> NAGARAJA, 1983 EM OVOS DE <i>Anticarsia gemmatalis</i> HÜBNER, 1818 e <i>Chrysodeixis includens</i> (WALKER, 1858)	49
RESUMO:.....	49

ABSTRACT:	51
1 INTRODUÇÃO	52
2 MATERIAL E MÉTODOS	54
2.1 Manutenção das criações	54
2.1.1 Lepidópteros	54
2.1.2 <i>Trichogramma</i> sp.	54
2.2 Bioensaios	55
2.2.1 Parâmetros biológicos da 1ª geração.....	55
2.2.2 Parâmetros biológicos da 2ª geração.....	55
2.2.3 Longevidade e capacidade reprodutiva.....	55
2.3 Análises estatística	56
3 RESULTADOS	57
3.1 Parâmetros biológicos da 1ª geração	57
3.2 Parâmetros biológicos da 2ª geração	58
3.3 Longevidade	60
3.4 Capacidade reprodutiva	62
4 DISCUSSÃO	64
5 CONCLUSÕES	67
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74

INTRODUÇÃO GERAL

No século XIX a agricultura mundial iniciava sua ascensão, sendo a produtividade totalmente dependente das condições naturais e acometida por doenças e insetos que causavam grandes perdas (STETTER, 1993; GOODMAN et al., 2008). Durante a Segunda Guerra Mundial avanços tecnológicos foram feitos, visando a proteção de soldados contra insetos vetores de doenças; neste período foram desenvolvidos os inseticidas DDT e outros organoclorados (LUTZENBERGER, 2001; BRAIBANTE & ZAPPE, 2012). Após as Grandes Guerras esta tecnologia foi empregada na agricultura, dando início à revolução verde que duplicou a produtividade agrícola mundial (GOODMAN et al., 2008). A partir da década de 60, a produção brasileira de soja começou sua expansão (BUENO et al., 2012). O controle de insetos na cultura, até a década de 70, era baseado exclusivamente na aplicação de inseticidas químicos, e os produtos mais utilizados eram endrin, DDT, toxafeno, paration metílico e suas misturas, com dosagens acima das recomendadas, variando de 3 a 10 aplicações por safra (KOGAN et al., 1977; GAZZONI, 1994).

Buscando integrar várias táticas de controle a partir da década de 70, foi implantado no Brasil o programa de Manejo Integrado de Pragas (MIP) (BUENO et al., 2012), que é caracterizado pelo monitoramento contínuo das pragas da lavoura, priorizando métodos de controle alternativos à aplicação de inseticidas (KOGAN, 1998). No MIP a utilização do controle químico ocorre quando o número de insetos atinge o nível de ação, sempre priorizando a utilização de inseticidas seletivos que preservem os inimigos naturais (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000; HOOPER, 2003; BACCI et al., 2007; BUENO et al., 2013). O MIP baseia-se na capacidade de compensação da desfolha nas plantas de soja. Assim, mesmo que uma espécie desfolhadora cause danos de até 30% no estágio vegetativo, ou 15% no estágio reprodutivo da cultura, esta tem capacidade de recuperar-se sem afetar a produtividade (BUENO et al., 2010; TECNOLOGIAS 2011; ZUFFO et al., 2015). Nessa época o MIP foi amplamente difundido e adotado como principal tecnologia no combate de pragas, reduzindo em 50% o uso de produtos químicos para o controle de insetos-praga (GAZZONI, 1994; PANIZZU, 2006). Em lavouras da região sul do Brasil, comparações entre o manejo adotado por produtores e o MIP mostraram redução de 78% nas aplicações de produtos na safra 1974/75 (KOGAN et al., 1977).

Essa redução pode favorecer a ação de inimigos naturais presentes nas áreas (VAN LENTEREN, 2012).

No MIP, os inimigos naturais podem ser liberados nas lavouras, aumentando o controle natural existente no local (STINNER, 1977). Até o ano de 2010, 230 espécies de inimigos naturais haviam sido utilizadas mundialmente no manejo de pragas, mais da metade delas são parasitoides pertencentes à ordem Hymenoptera (VAN LENTEREN, 2012). A utilização de parasitoides se deve à sua alta especificidade, quando comparados aos predadores (BERTI FILHO & CIOCIOLA, 2002). Sendo assim, são importantes controladores de lepidópteros-praga (AVALOS; et al., 2016), tanto no estágio de ovo, quanto na fase larval (HOOPER, 2003; FOERSTER & BUTNARIU, 2004; VAN LENTEREN, 2012).

Dentre os parasitoides de ovos, o gênero *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae), é o agente de controle mais utilizado no mundo (STINNER, 1977; VAN LENTEREN & BUENO, 2003; PARRA & ZUCCHI, 2004). Isso ocorre principalmente devido à facilidade de criação massal em hospedeiros alternativos, por sua eficiência e por serem insetos de ampla distribuição, permitindo liberações em campo, controlando a praga antes da eclosão das larvas (SMITH, 1996; POLANCZYK et al., 2008).

Apesar da sua eficiência, nas duas últimas décadas o MIP deixou de ser adotado pelos produtores por vários motivos, entre eles:

i. Aumento de espécies praga. A partir dos anos 90 expandiu-se no Brasil o sistema de plantio direto, que consiste na semeadura em solo não revolvido, ficando protegido pela cultura anterior (FIDELIS et al., 2003; MORALES & SILVA, 2006). Este microambiente propicia mudanças no perfil dos insetos praga que vive, no solo e sua superfície, além do aumento das populações de outros organismos como ácaros (Arachnida; Acari), lesmas e caramujos (Mollusca; Gastropoda), que podem provocar danos às plântulas de soja (MORALES & SILVA, 2006). Na mesma década expandiu-se também prática da rotação de culturas, com até três safras consecutivas em uma mesma área (MORALES & SILVA, 2006; GAZZONI, 2012). Essa prática possibilita a formação de pontes verdes, que ocorrem quando os insetos pragase mantêm na cultura seguinte, estabelecendo-se no agroecossistema no decorrer das safras (BUENO et al., 2012; GAZZONI, 2012). Além disso, recentemente a lagarta *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805), foi relatada causando grandes

prejuízos em várias regiões do país (ÁVILA et al., 2013; CZEPAK et al., 2013). Neste contexto as populações de diferentes espécies associadas à cultura da soja passaram de 10, no final da década de 60, para 69 espécies em 2015 (PANIZZI, 1997; FORMENTINI et al., 2015).

ii. Complexidade do MIP. Para realizar o monitoramento são necessárias ao menos duas pessoas treinadas para fazer as amostragens e uma pessoa qualificada para interpretar os resultados das coletas, aconselhando qual o melhor protocolo a ser seguido, o que aumenta os gastos com funcionários. Já no manejo convencional o próprio produtor pode aplicar os insumos recomendados pelo agrônomo ou pela cooperativa (STONER et al., 1986). Além disso, centros de pesquisa aplicada também são necessários para fornecer suporte de pesquisa e tecnologia, assim como o trabalho de extensão para treinamento do produtor e funcionários (WEARING, 1988; QUINTELA et al., 2006).

iii. Controle profilático. A adoção do calendário de aplicações tem se tornado cada vez mais comum entre os produtores, visando “evitar riscos” (GENT et al., 2011). Porém essa prática além de aumentar os custos com inseticidas em curto prazo, também acarretam problemas no longo prazo, como a seleção de populações resistentes que aumentarão os custos futuros (SONG & SWINTON, 2009). Junto ao calendário de aplicação de inseticidas, misturas de tanque também contendo fungicidas vêm sendo realizadas, principalmente após a entrada da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow) no Brasil em 2002. Os produtos utilizados para controlar este fitopatógeno, também afetaram os fungos que causavam doenças nas pragas, principalmente em *Chrysodeixis includens* (Walker, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae), que devido a isso, tem se tornado cada vez mais importante na cultura da soja (SOSA-GOMEZ et al., 2003; BUENO et al., 2007; BERNARDI et al., 2012).

iv. Variedades transgênicas. Atualmente, dois grupos de soja geneticamente modificada são plantados no Brasil, sendo um deles portador do gene de resistência ao herbicida glifosato e semeada há mais de 15 anos (DUKE & CERDEIRA, 2005). Esta tecnologia está diretamente vinculada ao uso desse herbicida (KLEBA, 1998), o qual pode afetar o parasitismo de ovos de lepidópteros (GIOLO et al., 2005; STEFANELLO JUNIOR et al., 2008;

SEBAI; EL-TAWIL, 2012). O segundo grupo de plantas transgênicas contém o gene da bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis*, Berliner 1915, tornando as plantas resistentes ao ataque de lagartas, sendo semeadas desde a safra de 2013/14 (CRIALES-LEGORI et al., 2014). Essa mesma tecnologia utilizada há mais tempo no milho, provocou a seleção de populações resistentes de outros lepidópteros-praga (OMOTO et al., 2016). Assim, a utilização incorreta pode selecionar populações resistentes de *C. includens* na soja (SOSA-GÓMEZ & OMOTO, 2012).

v. Mudanças na época de plantio. A prática mais importante na cultura da soja é a época de semeadura (CÂMARA, 1991). Sendo que a época ideal para o plantio é estimada entre 30 a 45 dias antes do solstício de verão, quando os dias ficam gradativamente maiores, melhorando o desenvolvimento vegetativo da planta (MONDINI et al., 2001). Nas últimas décadas a semeadura da soja tem sido atrasada devido ao duplo cultivo de culturas de inverno, fator que pode prejudicar o rendimento dos grãos (RODRIGUES et al., 2001). Além disso, o plantio tardio torna a cultura mais propensa ao ataque de pragas, como os percevejos (MOTTA et al., 2002). As mudanças na época de semeadura também podem influenciar a ocorrência de *A. gemmatilis* e *C. includens*, por apresentarem padrões migratórios que seguem em direção a latitudes maiores conforme ocorre o aumento das temperaturas (TINGLE & MITCHEL, 1977; BOETHEL et al., 1992; SOSA-GÓMEZ, 2004).

Pelos motivos expostos, as aplicações de inseticidas voltaram a aumentar, chegando até a sete aplicações por safra (QUINTELA et al., 2006). Atualmente, 212 inseticidas são liberados para o controle de pragas da soja desde a germinação até a colheita (SEAB, 2017). Diante dessas mudanças, este estudo foi proposto com o intuito de investigar a atual composição dos lepidópteros-praga e seus parasitoides em duas áreas de soja no município da Lapa, PR, assim como investigar o potencial do parasitoide *Trichogramma bruni* Nagaraja, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) coletado pela primeira vez parasitando ovos de *Anticarsia gemmatilis* Hübner (1818) (Lepdoptera: Erebidæ).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVALOS, D.S.; MANGEAUD, A.; VALLADARES, G.R. Parasitism and Food Web Structure in Defoliating Lepidoptera – Parasitoid Communities on Soybean. **Neotropical Entomology**. p. 1-6, 2016.

ÁVILA, C.J.; VIVAN, L.M.; TOMQUELSKI, G.V. **Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas**. Embrapa Agropecuária Oeste. 2013. Circular Técnica 23.

BACCI, L.; CRESPO, A.L.B.; GALVAN, T.L.; PEREIRA, E.J.G.; PICANÇO, M.C.; SILVA, G.A.; CHEDIAK, M. Toxicity of insecticides to the sweet potato whitefly (Hemiptera: Aleyrodidae) and its natural enemies. **Pest Management Science**. v. 63, p. 699-706, 2007.

BERNARDI O; MALVESTITI, G.S.; DOURADO, P.M.; OLIVEIRA, W.S.; MARTINELLI, S.; BERGER, G.U.; HEADC, G.P.; OMOTO, C. Assessment of the high-dose concept and level of control provided by MON 87701× MON 89788 soybean against *Anticarsia gemmatilis* and *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Pest Management Science**. v. 68, n. 7, p. 1083-1091, 2012.

BERTI FILHO, E.; CIOCIOLA, A.I. Parasitóides ou Predadores? Vantagens e desvantagens. p. 29-43. In: Parra, J.R.P.; Botelho, P.S.M.; Corrêa-Ferreira, B.S.; Bento, J.M.S. **Controle Biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. Manole: São Paulo - SP. 2002. 635p.

BRAIBANTE, M.E.F.; ZAPPE, J.A. A química dos agrotóxicos. **Química Nova Na Escola**. v. 34, n. 1, p. 10-15, 2012.

BOETHEL, D.J.; MINK, J.S.; WIER, A.T.; THOMAS, J.D.; LEONARD, B.R.; GALLARDO, F. Management of Insecticide Resistant Soybean Loopers (*Pseudoplusia includens*) in the southern United States. **Pest management in Soybean**. p.66-87, 1992.

BUENO, A.F.; BATISTELA, M.J.; MOSCARDI, F. **Níveis de desfolha tolerados na cultura da soja sem ocorrência de prejuízos à produtividade**. Embrapa Soja. 2010. Circular Técnica 79.

BUENO, A.F.; PANIZZI, A.R.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; GAZZONI, D.L.; HIROSE, E.; MOSCARDI, F.; CORSO, I.C.; OLIVEIRA, L.J.; ROGGIA, S. Histórico e Evolução do Manejo Integrado de Pragas da Soja no Brasil. p. 37-74. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, S.B.; MOSCARDI, F. **Soja - Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-praga**. Embrapa. Brasília - DF. 2012. 859p.

BUENO, A.F.; PAULA-MORAES, S.V.; GAZZONI, D.L.; POMARI, A.F. Economic Thresholds in Soybean-Integrated Pest Management: old concepts, current adoption, and adequacy. **Neotropical Entomology**. v. 42, p. 439-447, 2013.

BUENO, R.C.O.F.; PARRA, J.R.P.; BUENO, A.F.; MOSCARDI, F.; OLIVEIRA, J.R.G.; CAMILLO, M.F. Sem barreira. **Revista Cultivar**. v. 93, p. 12-15, 2007.

CÂMARA, G.M.S. **Efeito do fotoperíodo e da temperatura no crescimento, florescimento e maturação de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

CRIALESI-LEGORI, P.C.B.; DAVOLOS, C.C.; LEMES, A.R.N.; MARUCCI, S.C.; LEMOS, M.V.F.; FERNANDES, O.A.; DESIDÉRIO, J.A. Interação de proteínas Cry1 e Vip3A de *Bacillus thuringiensis* para controle de lepidópteros-praga. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 49, n. 2, p. 79-87, 2014.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K.C.; VIVAN, L.M.; GUIMARÃES, H.O.; CARVALHAIS, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 43, n. 1, p. 110-113, 2013.

DUKE, S.O.; CERDEIRA, A.L. Transgenic herbicide-resistant crops: current status and potential for the future. **Outlooks on Pest Management**. v. 16, n. 5, p. 208-211, 2005.

FIDELIS, R.R.; ROCHA, R.N. C.; LEITE, U.T.; TANCREDI, F.D. Alguns aspectos do plantio direto para a cultura da soja. **Bioscience Journal**. v. 19, n. 1, p. 23-31, 2003.

FOERSTER, L.A.; BUTNARIU, A.R. Development, reproduction, and longevity of *Telenomus cyamophylax*, egg parasitoid of the velvetbean caterpillar *Anticarsia gemmatilis*, in relation to temperature. **Biological Control**. v. 29, n. 1, p. 1-4, 2004.

FORMENTINI, A.C.; SOSA-GÓMEZ, D.R. PAULA-MORAES, S.V.; BARROS, N.M.; SPECHT, A. Lepidoptera (Insecta) associated with soybean in Argentina, Brazil, Chile and Uruguay. **Ciência Rural**. v. 45, n. 12, p. 2113-2120, 2015.

GAZZONI, D.L. **Manejo de Pragas da Soja: Uma abordagem histórica**. Embrapa-CNPSo. 1994. Documentos, No.78.

GAZZONI, D.L. Perspectivas do Manejo de Pragas. p. 789-829. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, S.B.; MOSCARDI, F. **Soja - Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-praga**. Embrapa. Brasília - DF. 2012. 859p.

GENT, D.H.; WOLF, E.; PETHYBRIDGE, S.J. Perceptions of risk, risk aversion, and barriers to adoption of decision support systems and Integrated Pest Management: an introduction. **The American Phytopathological Society**. v.101, n. 6, p. 640-643, 2011.

GIOLO, F.P.; GRÜTZMACHER, A.D.; PROCÓPIO, S.O.; MANZONI, C.G.; LIMA, C.A.B.; NÖRNBERG, S.D. Seletividade de formulações de Glyphosate a *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Planta Daninha**. v. 23, n. 3, p. 457-462, 2005.

GOODMAN, D.; SORJ, B.; WILKINSON, J. **Da lavoura às biotecnologias: agricultura e indústria no sistema internacional**. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais. 2008. 204 p.

HOFFMANN-CAMPO, C.B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; OLIVEIRA, L.J.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; PANIZZI, A.R.; CORSO, I.C.; GAZZONI, D.L.; OLIVEIRA, E.B. **Pragas da soja no Brasil e o seu manejo integrado**. Embrapa Soja. 2000. Circular Técnica, 30.

HOOPER, K.R.; United States Department of Agriculture - Agricultural Research Service research on biological control of arthropods. **Pest Management Science**. v. 59, p. 643-653, 2003.

KLEBA, J.B. Riscos e benefícios de plantas transgênicas resistentes a herbicidas: o caso da soja RR da Monsanto. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**. v. 15, n. 3, p. 9-42, 1998.

KOGAN, M. Integrated Pest Management: Historical Perspectives and Contemporary Developments. **Annual Review of Entomology**. v. 43, p. 243-270, 1998.

KOGAN, M.; TURNIPSEED, S.G.; SHEPARD, M.; DE OLIVEIRA, E.B.; BORGIO, A. Pilot insect pest management program for soybean in southern Brazil. **Journal of Economic Entomology**. v. 70, n. 5, p. 659-663, 1977.

LUTZENBERGER, J.A. O absurdo da agricultura. **Estudos Avançados**. v. 15, n. 43, 2001.

MONDINI, M.L.; VIEIRA, C.P.; CAMBRAIA, L.A. **Época de Semeadura: um Importante Fator que Afeta a Produtividade da Cultura da Soja**. Embrapa, Dourados MS. 2001. Documentos, 34.

MORALES, L.; SILVA, M.T.B. Desafios do MIP-soja na região sul do Brasil e o plantio direto. **Anais do IV Congresso Brasileiro da Soja**. Londrina-PR. p. 134-139. 2006.

MOTTA, I.S.; LUCCA e BRACCINI, A.; SCAPIM, C.A.; INOUE, M.H.; ÁVILA, M.R.; BRACCINI, M.C.L. Época de semeadura em cinco cultivares de soja. II. Efeito na qualidade fisiológica das sementes. **Acta Scientiarum**. v.24, n.5, p.1281-1286, 2002.

OMOTO, C.; BERNARDI, O.; SALMERON, E.; SORGATTO, R.J.; DOURADO, P.M.; CRIVELLARI, A.; CARVALHO, R.A.; WILLSE, A.; MARTINELLI, S.; P HEAD, G.P. Field-evolved resistance to Cry1Ab maize by *Spodoptera frugiperda* in Brazil. **Pest Management Science**. 2016.

PANIZZI, A.R. Entomofauna changes with soybean expansion In Brazil. **Proceedings World Soybean Research Conference V**. Bangkok. Kasetsart University Press, v. 1. p. 166-169. 1997.

PANIZZI, A.R. Importância histórica e perspectivas do Manejo Integrado de Pragas (MIP) em Soja. **Anais do IV Congresso Brasileiro da Soja**. Londrina-PR. p. 121-126. 2006.

PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. *Trichogramma* in Brazil: feasibility of use after twenty years of research. **Neotropical Entomology**. v. 33, n. 3, p. 271-281, 2004.

POLANCZYK, R.A.; PRATISSOLI, D.; VIANNA, U.R.; DOS SANTOS OLIVEIRA, R.G.; ANDRADE, G.S. Interação entre inimigos naturais: *Trichogramma* e *Bacillus thuringiensis* no controle biológico de pragas agrícolas. **Acta Scientiarum Agronomy**. v. 28, n. 2, p. 233-239, 2008.

QUINTELA, E.D.; FERREIRA, S.B.; GUIMARAES, W.F.F.; OLIVEIRA, L.F.C.; OLIVEIRA, A.C. CZEPAK, C. Desafios do MIP em soja em grandes propriedades no Brasil. **Anais do IV Congresso Brasileiro da Soja**. Londrina-PR. p. 127-133. 2006.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A.D.; LHAMBY, J.C.B.; BERTAGNOLLI, P.F. Rendimento de Grãos de Soja em Resposta à Época de Semeadura. Embrapa – Trigo. 2001. Comunicado Técnico online, 65.

SEAB – Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. **Agrotóxicos no Paraná**. Disponível em: <<http://celepar07web.pr.gov.br/agrotoxicos/pesquisar.asp>> Acesso em: 14/03/2017.

SEBAL, O.A.; EL-TAWIL, M.F. Side-Effect of Certain Herbicides on Egg Parasitoid *Trichogramma evanescens* (West.) (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Academic Journal of Entomology**. v. 5, n. 1, p. 01-10, 2012.

SMITH, S. M. Biological control with *Trichogramma*: advances, successes, and potential of their use. **Annual Review of Entomology**. v. 41, n. 1, p. 375-406, 1996.

SONG, F.; SWINTON, S.M. Returns to integrated pest management research and outreach for soybean aphid. **Journal of Economic Entomology**. v. 102, n. 6, p. 2116-2125, 2009.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; DELPIN, K.E.; MOSCARDI, F.; NOZAKI, M.H. The impact of fungicides on *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson epizootics and on populations of *Anticarsia gemmatilis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), on soybean. **Neotropical Entomology**. v. 32, p. 287-291, 2003.

SOSA-GÓMEZ, D.R. Intraspecific variation and population structure of Velvetbean Caterpillar *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818 (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). **Genetics and Molecular Biology**. v.27, n.3, p.378-384, 2004.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; OMOTO, C. Resistência a inseticidas e outros agentes de controle em artrópodes associados à cultura da soja. p. 673-723. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, S.B.; MOSCARDI, F. **Soja - Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-praga**. Embrapa. Brasília - DF. 2012. 859p.

STEFANELLO JUNIOR, G.J.; GRÜTZMACHER, A.D.; GRÜTZMACHER, D.D; LIMA, C.A.B.; DALMOZO, D.O.; PASCHOAL, M.D.F. Seletividade de herbicidas registrados para a cultura do milho a adultos de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Planta Daninha**. v. 26, n. 2, p. 343-351, 2008.

STETTER, J. Trends in the future development of pest and weed control - an industrial point of view. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**. v. 17, n. 3, p. 346-370, 1993.

STINNER, R.E. Efficacy of inundative releases. **Annual Review of Entomology**. v. 22, n. 1, p. 515-531, 1977.

STONER, K.A.; SAWYER, A.J.; SHELTON, A.M. Constrains to the implementation of IPM programs in the U.S.A.: a course outline. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 17, p. 253-268, 1986.

TECNOLOGIAS - **Tecnologias de Produção de Soja: Região Central do Brasil 2012 e 2013**. Embrapa Soja. 2011. Sistemas de Produção No.15.

TINGLE, F.C.; MITCHEL, E.R. Seasonal Populations of Armyworms and Loopers at Hastings, Florida. **The Florida Entomologist**. v.60, n.2, p.115-122, 1977.

VAN LENTEREN, J.C. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **BioControl**. v. 57, n. 1, p. 1-20, 2012.

VAN LENTEREN, J.C.; BUENO, V.H.P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **BioControl**. v. 48, n. 2, p. 123-139, 2003.

WEARING, C.H. Evaluating the IPM implementation process. **Annual Review of Entomology**. v. 33, p. 17-38, 1988.

ZUFFO, A.M.; ZAMBIAZZI, E.V.; GESTEIRA, G.S.; REZENDE, P.M.; BRUZI, A.T.; SOARES, I.O.; GWINNER, R.; BIANCHI, M.C. Agronomic performance of soybean according to stages of development and levels of defoliation. **African Journal of Agricultural Research**. v. 10, n. 19, p. 2089-2096, 2015.

CAPÍTULO I

COMPOSIÇÃO DA ENTOMOFAUNA DE LEPIDÓPTEROS E SEUS PARASITOIDES APÓS O DECLÍNIO DO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS NA CULTURA DA SOJA

RESUMO:

Até a década de 70 o controle dos insetos era exclusivamente baseado na aplicação de inseticidas químicos, quando foi implantado no Brasil o Manejo Integrado de Pragas (MIP), priorizando o uso de inseticidas seletivos e preservação dos inimigos naturais. Porém nas últimas décadas o MIP tem sido abandonado, o que resultou no retorno da utilização abusiva de inseticidas. Assim, o presente trabalho objetivou estudar a composição dos lepidópteros-praga e seus parasitoides após as mudanças no manejo da cultura. O levantamento foi realizado em duas áreas de soja no Município da Lapa/PR, durante a safra 2015/16. Em uma área foram utilizadas as práticas preconizadas pelo MIP e plantada uma variedade convencional, no Instituto Agrônomo do Paraná. Na outra área foi adotado o manejo do produtor e plantada uma variedade transgênica, resistente ao herbicida glifosato. As lagartas foram coletadas através do método do pano de batida semanalmente entre janeiro e março de 2016. Os parasitoides larvais foram amostrados a partir das lagartas coletadas com o pano de batida e de coletas manuais. Os parasitoides de ovos foram coletados a partir de ovos colocados em plantas mantidas em gaiolas de náilon. Na área convencional, as lagartas não atingiram o nível de ação e nenhuma aplicação de inseticida foi realizada. A espécie mais abundante foi *Anticarsia gemmatalis* e seus principais inimigos naturais foram fungos entomopatogênicos e parasitoides larvais, principalmente *Microcharops anticarsiae*. O complexo Plusiinae representou apenas 2,6% dos indivíduos coletados, sendo a maioria das lagartas identificadas como *Rachiplusia nu*. O complexo *Spodoptera* spp. representou 10,4% das lagartas, ocorrendo durante toda a fase reprodutiva da cultura; dessas, 60,7% não completaram o ciclo ou morreram em decorrência de doenças. Apenas dois indivíduos manualmente coletados foram identificados como *Helicoverpa armigera*. Foram encontradas três espécies de parasitoides de ovos, *Trichogramma acacioi*, *T. pretiosum* e *T. bruni*, esse último relatado pela primeira vez em ovos de *A. gemmatalis* no Brasil. Na área transgênica as lagartas se mantiveram abaixo do nível de ação, porém o produtor realizou cinco aplicações de inseticidas durante o ciclo da cultura. Nessa área o complexo Plusiinae representou 70,1% do total de lagartas coletadas. Dessas 33,3% estavam parasitadas, principalmente por *Copidosoma* sp. O complexo *Spodoptera* spp. representou 10,9% das lagartas e *A. gemmatalis* por sua vez, correspondeu a apenas 3,1% dos indivíduos.. Na área ocorreram duas espécies de parasitoides de ovos, *T. acacioi* e *T. pretiosum*. Na área convencional não houve mudança na composição da entomofauna, exceto pela ocorrência de *H. armigera* e aumento das populações de *Spodoptera* spp.. As práticas preconizadas pelo MIP mostraram-se eficientes na manutenção da entomofauna benéfica na cultura, não sendo necessária a aplicação de inseticidas. O complexo Plusiinae continuou como

praga secundária e *A. gemmatalis* a principal praga da cultura. Na área transgênica, apesar das aplicações de inseticidas, o complexo Plusiinae se destacou em todas as coletas ao contrário de *A. gemmatalis*. Assim, áreas em que a utilização de agrotóxicos ocorre de maneira abusiva, há alteração no complexo de lagartas.

Palavras-chave: Flutuação populacional, Controle biológico, *Glycine max*, *Trichogramma bruni*.

CHAPTER I

COMPOSITION OF THE ENTOMOFAUNA OF LEPIDOPTERAN PESTS AND THEIR PARASITIDS AFTER THE DECLINE OF INTEGRATED PEST MANAGEMENT IN THE SOYBEAN CROP

ABSTRACT:

Until the 1970s, insect control was entirely based on chemical insecticides, and in the mid 1970's Integrated Pest Management (IPM) was implemented in Brazil, prioritizing the use of selective insecticides and preserving natural enemies. However in the last decades IPM has been abandoned by farmers, which has resulted in the return of the abusive use of insecticides. Thus, the present work aimed to investigate the composition of the complex of Lepidoptera and its parasitoids after the changes in crop management. The survey was carried out in two soybean areas in the Municipality of Lapa/PR, during the 2015/16 soybean crop season. In one area the practices advocated by IPM were used and a conventional variety was planted at the Agronomic Institute of Paraná. In the other area the management of the producer was adopted and a transgenic variety resistant to the herbicide glyphosate was planted. The caterpillars were collected through the beat cloth method weekly between January and March 2016. The larval parasitoids were sampled from the caterpillars collected with the beat cloth method and manual collections. The egg parasitoids were collected from eggs placed on plants kept inside nylon cages. In the conventional area, the caterpillars did not reach the action level and no insecticide application was performed. The most abundant species was *Anticarsia gemmatalis* and its main natural enemies were entomopathogenic fungi and larval parasitoids, mainly *Microcharops anticarsiae*. The Plusiinae complex represented only 2.6% of the individuals collected, with most of the caterpillars being identified as *Rachiplusia nu*. *Spodoptera* spp. represented 10.4% of the caterpillars, occurring throughout the reproductive phase of the crop, of which 60.7% did not complete the cycle or died due to diseases. Only two manually collected individuals were identified as *Helicoverpa armigera*. Three species of egg parasitoids were collected, *Trichogramma acacioi*, *T. pretiosum* and *T. bruni*, the latter reported for the first time in *A. gemmatalis* eggs in Brazil. In the transgenic area the caterpillars remained below the action level, however the producer made five applications of insecticides during the crop cycle. In this area the Plusiinae complex accounted for 70.1% of the total caterpillars collected. Of these 33.3% were parasitized. Mainly by *Copidosoma* sp.. *Spodoptera* spp. represented 10.9% of the caterpillars and *A. gemmatalis* in turn accounted for only 3.1% of the collected caterpillars. Two species of egg parasitoids, *T. acacioi* and *T. pretiosum* occurred in the area. In the conventional area, there was no change in entomofauna composition, except for the *H. armigera* occurrence and the increase of the *Spodoptera* spp. populations. The practices recommended by IPM were efficient in the maintenance of the beneficial entomofauna in the crop, and insecticide applications were not required. The Plusiinae complex continued as a secondary pest and *A. gemmatalis* remained as the main pest of the

crop. In the transgenic area, despite the applications of insecticides, the Plusiinae complex stood out in all the samplings, unlike *A. gemmatalis*. Thus, areas where the use of agrochemicals occurs in an abusive way, there is a change in the caterpillar complex.

Key-words: Population fluctuation, Biological control, *Glycine max*, *Trichogramma bruni*.

1 INTRODUÇÃO

Nativo da China, o cultivo da soja *Glycine max* (L.) Merrill estava restrito ao oriente até o início do século XX (HYMOWITZ, 1970; TURNIPSEED & KOGAN, 1976). A partir da sua introdução no Brasil, na década de 60 (FAO, 1992; BUENO et al., 2012), a produção aumentou ano após ano, de cerca de 6 milhões de hectares na safra 1976/77 para mais de 33 milhões na safra 2015/16 (CONAB, 2016a). O país é o maior exportador mundial do grão (CONAB, 2016b; USDA, 2016), com uma produção recorde na safra 2015/16 de aproximadamente 99 milhões de toneladas. Só no Paraná, o segundo Estado em produção, a safra 2015/16 ultrapassou 16 milhões de toneladas (CONAB, 2016b).

Entretanto, a produtividade pode ser influenciada pelos danos causados por ataques de insetos-praga durante todo o ciclo da planta. Dentre as principais pragas da cultura, destacam-se as lagartas desfolhadoras, que ocasionam redução da superfície foliar devido ao hábito alimentar das formas jovens, afetando a fotossíntese e o desenvolvimento da planta, e assim diminuindo a produtividade. Quando se alimentam das vagens, causam danos aos grãos e diminuição na qualidade das sementes (OERKE, 2006; MOSCARDI et al., 2012; SOSA-GÓMEZ et al., 2014).

Na fase vegetativa da planta, os principais lepidópteros desfolhadores são *Anticarsia gemmatalis* Hübner (1818) (Erebidae) e o complexo Plusiinae (Noctuidae), destacando-se *Chrysodeixis includens* (Walker, 1857), além das lagartas enroladeiras como *Omiodes indicata* (Fabricius, 1775) (Cambridae) e *Crociosema aporema* (Walsingham, 1914) (Tortricidae) (HOFFMANN-CAMPO et al., 2012; MOSCARDI et al., 2012; SOSA-GÓMEZ et al., 2014). Na fase reprodutiva, noctuídeos como *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805), *Heliothis virescens* (Fabricius, 1777), o complexo *Spodoptera* spp. e *Etiella zinckenella* (Treitschke, 1832) (Pyralidae) também se destacam como importantes pragas da cultura (MOSCARDI et al., 2012; SOSA-GÓMEZ et al., 2014).

O método de controle mais utilizado para controlar as principais lagartas é o químico. No entanto, a maioria desses inseticidas é de amplo espectro, e seu uso intensivo pode contaminar a água e o solo, ou atingir insetos benéficos como predadores, parasitoides e polinizadores, além de atuarem na seleção de populações resistentes das pragas (CAMPANHOLA et al. 1998; VAN LENTEREN & BUENO, 2003).

A lagarta-da-soja *A. gemmatilis* sempre foi considerada a principal praga da cultura, mas atualmente a lagarta-falsa-medideira, *C. includens*, tem adquirido cada vez mais importância (BUENO et al., 2007). A partir da safra de 2003/04, com o a ocorrência da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow) no Brasil, o número de aplicações de fungicidas aumentou, afetando consequentemente fungos entomopatogênicos, como *Nomuraea rileyi* (Farl.) Samson 1974, que naturalmente controlavam *C. includens* (SOSA-GOMEZ et al., 2003). Assim, esta espécie tem sido relatada ocorrendo de maneira isolada ou até predominante em relação às outras lagartas do complexo de pragas (BUENO et al., 2007).

Durante a safra 2012/13, outra importante mudança no perfil de pragas foi relatada; pela primeira vez *Helicoverpa armigera* foi registrada no Brasil, ocorrendo na cultura da soja em Goiás, em algodão no Mato Grosso e em plantas que germinam após a colheita da soja na Bahia (CZEPAK et al., 2013). Foi constatada também nos estados do Maranhão, Piauí, Mato Grosso do Sul e Paraná, onde causou prejuízos na produção, além de aplicações extras de inseticidas, aumentando o custo de produção (ÁVILA et al., 2013).

Tendo em vista os problemas expostos, o Manejo Integrado de Pragas (MIP) é uma estratégia que busca a interação de diferentes táticas de controle através do monitoramento contínuo da lavoura (KOGAN, 1998). No MIP, o controle biológico é utilizando como uma estratégia eficiente de redução populacional e controle de muitos insetos-praga (VAN DRIESCHE & BELLOWES, 1996; HOOPER, 2003), assim como a sua manutenção no campo (ANGEL, 1994).

Apesar dos benefícios, nos últimos anos o MIP tem sido abandonado pelos produtores, principalmente devido às dificuldades encontradas para realizar os monitoramentos e decidir quando e como agir (QUINTELA et al., 2006). Além disso, o surgimento de novas pragas (CZEPAK et al., 2013) e introdução de plantas transgênicas, as quais estão vinculadas à aplicações de produtos específicos (CERDEIRA et al., 2007), tornaram o produtor inseguro quanto aos níveis de ação e presença dos inimigos naturais em campo (MORALES & SILVA, 2006).

Tendo em vista as alterações que ocorreram devido à presença de novos organismos pragas na cultura da soja e à introdução novas tecnologias, tais como os organismos geneticamente modificados, este trabalho foi proposto com o intuito de verificar seus efeitos na atual composição dos lepidópteros-praga e seus parasitoides na soja.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento de insetos foi realizado durante a safra 2015/16 em uma região produtora de soja no Município da Lapa/PR (25° 78' 17" S, 49° 78' 34" W), localizado na região sudeste do estado.

Os dados amostrais foram obtidos em duas áreas de soja. A primeira, denominada Convencional, estava localizada no Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), onde foram utilizadas práticas preconizadas pelo MIP. As amostragens foram realizadas em dois hectares semeados com a variedade BRS 284, convencional de ciclo precoce, recomendada para as macrorregiões 1, 2, 3 (Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e São Paulo) (CARNEIRO et al., 2014). O plantio foi realizado no dia 09 de dezembro de 2015 com espaçamento entre linhas de 40 cm. Na segunda área, denominada Transgênica, foi adotado o manejo utilizado pelo produtor. A área possuía cinco hectares semeados com a variedade Brasmax Ativa RR®, transgênica com o gene de resistência a herbicidas à base de glifosato, de crescimento determinado, recomendada para a macrorregião 1 (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul). O plantio foi realizado no dia 19 de novembro de 2015, com 45 cm de espaçamento entre linhas.

2.1 Levantamento de lagartas

As amostragens foram realizadas semanalmente e o estágio de desenvolvimento da soja foi verificado conforme Fehr et al. (1971) até o final do ciclo da cultura. As lagartas foram coletadas através do método do pano de batida adaptado de Shepard et al. (1974), constituído por um pano branco de 100 cm de largura e 150 cm de comprimento com dois bastões de madeira nas extremidades menores. A haste de madeira era colocada cuidadosamente junto à base da planta, deitando o comprimento maior sobre a fileira adjacente, então as plantas eram batidas vigorosamente até que os insetos caíssem sobre o pano (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000). Por se tratar de variedades precoces e devido ao método de amostragem, as coletas foram iniciadas a partir do estágio reprodutivo da planta, quando estas tinham porte suficiente para não serem danificadas. Todas as lagartas presentes no ponto amostral foram contabilizadas e colocadas em potes para o transporte. As coletas

foram realizadas em 10 pontos ao acaso, desprezando-se 5 metros de bordadura em cada lado, entre 12 de janeiro e 17 de março de 2016.

As lagartas coletadas foram levadas ao Laboratório de Controle Integrado de Insetos (LCII) do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná, onde foram individualizadas em potes de 70 mL e alimentadas com folhas de soja, até a emergência dos adultos ou dos parasitoides. Os adultos emergidos foram montados e enviados a especialistas para identificação. As espécies foram catalogadas e armazenadas para eventual consulta. Os espécimes do complexo *Plusiinae* que não atingiram a idade adulta foram identificados ainda na fase larval através do formato da mandíbula com presença ou ausência de dentes na parte interna (MOSCARDI et al., 2012; DA LUZ et al., 2014).

2.2 Levantamento de parasitoides

Os parasitoides larvais foram amostrados a partir das lagartas coletadas com o pano de batida e de lagartas ocasionalmente visualizadas sobre as folhas; estas eram coletadas e acondicionadas em potes plásticos e levadas ao laboratório onde eram individualizadas e mantidas como já descrito (2.1). Essas coletas manuais tiveram o objetivo de aumentar a amostragem de lagartas para verificação do parasitismo e não foram contabilizadas nos levantamentos com o pano de batida.

Para as coletas de parasitoides de ovos, gaiolas constituídas por quatro hastes de ferro de 120 cm de altura foram enterradas 20 cm no solo ao redor de uma planta de soja e cobertas com malha de náilon (50x50x100cm). As gaiolas foram dispostas aleatoriamente em cinco pontos da área, conforme a metodologia de Avanci et al. (2005). Dentro das gaiolas foram liberados cinco casais de *Anticarsia gemmatalis*, previamente alimentados, obtidos a partir da criação em laboratório conforme a metodologia de Hoffmann-Campo et al. (1985). As mariposas copulavam e ovipositavam sobre as folhas de soja e a trama do náilon (1mm) permitia a passagem dos parasitoides.

Semanalmente as gaiolas eram realocadas em pontos próximos e as plantas, de seu interior, levadas para o laboratório. O material coletado foi inspecionado por completo e todos os ovos encontrados foram individualizados em cápsulas de gelatina transparente a fim de averiguar a emergência de parasitoides. Exemplares de todos os insetos coletados foram depositados na Coleção Entomológica “Padre Jesus

Santiago Moure” do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná e na coleção de referência do Laboratório de Controle Integrado de Insetos da mesma instituição.

2.3 Análise estatística

Foi realizada uma análise descritiva da flutuação populacional das espécies de lagartas e parasitoides. Também foram quantificadas as principais causas de morte dos indivíduos de cada área amostrada. Para a análise e elaboração dos gráficos, foi utilizado o programa Excel.

3 RESULTADOS

3.1 Área convencional

3.1.1 Lepidópteros

Durante a safra 2015/16 as lagartas não atingiram o nível de ação e nenhuma aplicação de inseticida foi realizada. A principal espécie encontrada foi *Anticarsia gemmatalis*, ocorrendo desde a primeira (12/02/2016) até a oitava (01/03/2016) coleta, tendo o pico de ocorrência no final do desenvolvimento das vagens e início do desenvolvimento dos grãos. As demais espécies tiveram baixa incidência durante o período de amostragem (Figura 1).

Foram coletadas 719 lagartas com o método de pano de batida; destas 67,2% eram *A. gemmatalis*. O complexo Plusiinae ocorreu de maneira reduzida com apenas 23 indivíduos, coletados até o final do desenvolvimento dos grãos (01/03/2016). Dos indivíduos coletados pertencentes ao complexo Plusiinae, somente um chegou à fase adulta e as lagartas foram identificadas como *Rachiplusia nu* Guenée, 1852 (Lepidoptera: Noctuidae); os demais morreram por doenças ou não completaram o desenvolvimento.

O complexo *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) se destacou entre as pragas secundárias com 9,6% das lagartas coletadas, ocorrendo em todas as amostragens, especialmente a partir do início do desenvolvimento dos grãos. Devido à incidência de entomopatógenos, nem todos os indivíduos chegaram ao estágio adulto, e assim não foram identificados. No entanto, foram reconhecidas quatro espécies: *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782), *Spodoptera cosmioides* (Walker, 1858), *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) e *Spodoptera dolichos* (Fabricius, 1794), esta última tem seu primeiro relato em soja.

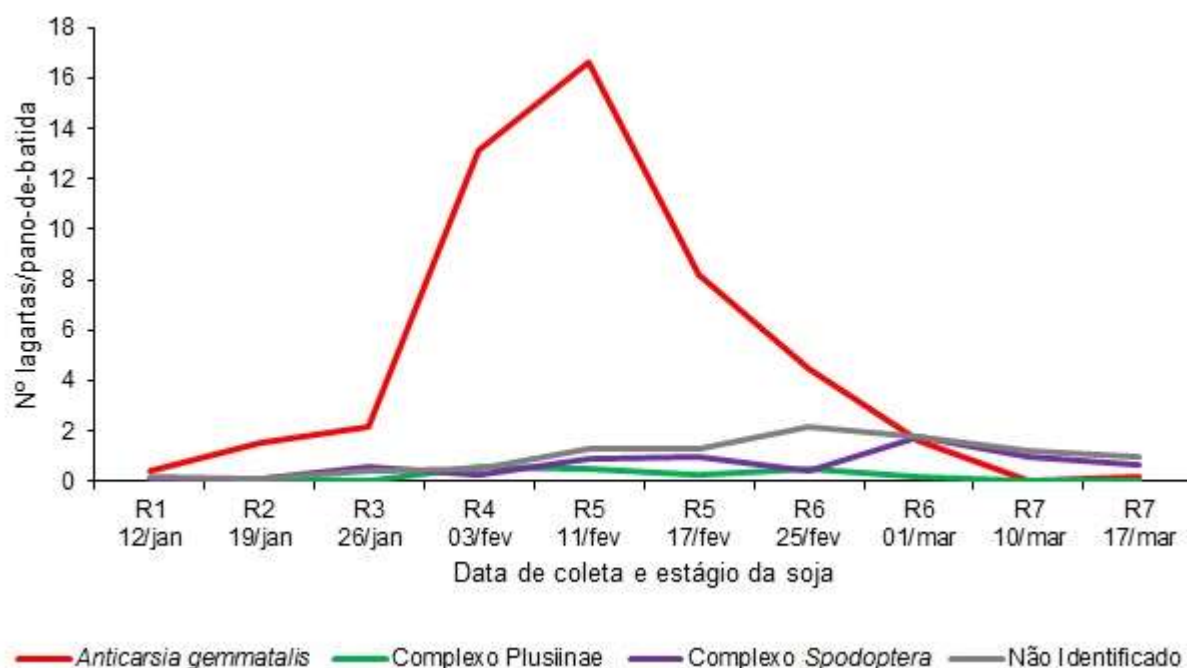


Figura 1. Média de todas lagartas coletadas com o método de pano-de-batida em relação às datas de coleta e os respectivos estágios de desenvolvimento da soja convencional ao longo da safra 2015/16, Lapa/PR.

Com as coletas manuais registrou-se a ocorrência da broca-das-axilas (*Crociosema aporema*), com maior abundância durante a floração, quando ocorreu seu pico populacional; a partir de então sua população foi diminuindo até desaparecer no final do estágio de desenvolvimento dos grãos (25/02/2016). Esta espécie representou 15,9% das 302 lagartas coletadas manualmente. Outro importante grupo que ocorreu durante todo o ciclo, foram as lagartas enroladeiras de folhas representando 25,1% dos indivíduos e com pico de ocorrência no estágio R4 (Figura 2). Os indivíduos identificados pertencentes a este complexo foram: *Elaphria deltoides* (Möschler, 1880) (Lepidoptera: Noctuidae); *Omiodes indicata* (Fabricius, 1775) (Lepidoptera Cambridae) e *Argyrotaenia* sp. Stephens, 1852 (Lepidoptera Tortricidae).

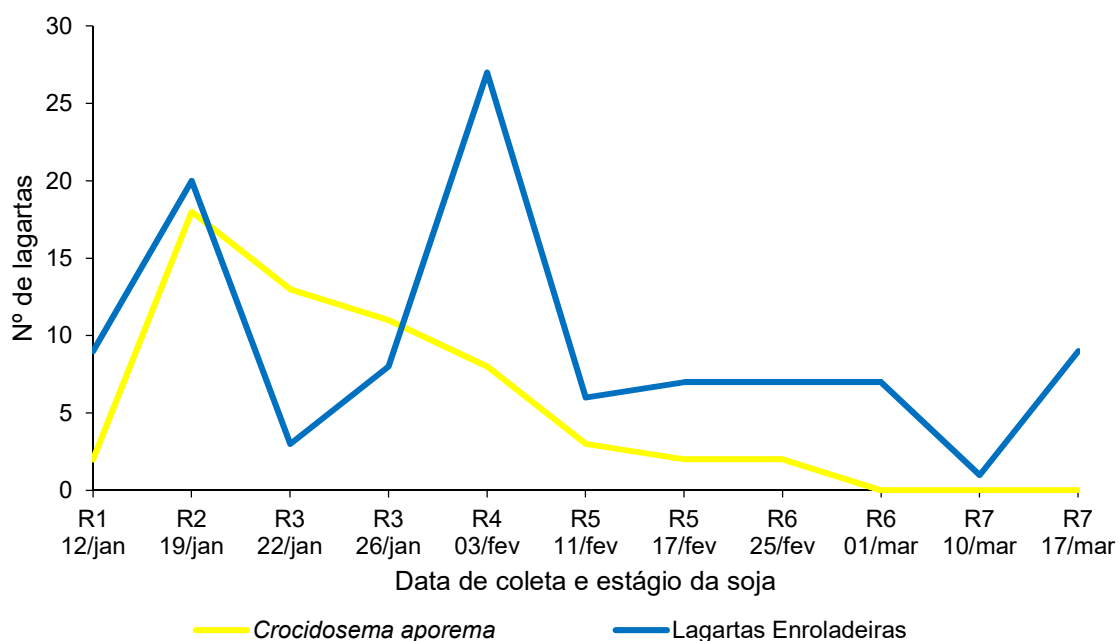


Figura 2. Coletas manuais de lagartas enroladeiras e *Crociosema aporema* em relação às datas de coleta e os respectivos estágios de desenvolvimento da soja convencional ao longo da safra 2015/16, Lapa/PR.

Outras lagartas foram coletadas de forma esporádica, como quatro indivíduos da família Geometridae, dois deles identificados como *Oxydia* sp. e dois indivíduos do gênero *Urbanus* Hubner, [1807] (Lepidoptera: Hesperidae), identificados como *Urbanus simplicius* (Stoll, 1790) e *Urbanus proteus* (Lineus, 1758). A ocorrência do gênero *Helicoverpa* (Hardwick, 1965) restringiu-se a duas lagartas de *H. armigera* coletadas ao acaso sobre as plantas.

Os indivíduos que não foram identificados representaram 13,9% do total de lagartas coletadas. Sua identificação não foi possível devido à ação de entomopatógenos. Estes matavam as lagartas antes de atingirem tamanho suficiente para a identificação, ou por se tratarem de espécies coletadas ao acaso que não faziam parte do complexo de pragas da soja.

3.1.2 Inimigos naturais

Com o método do pano-de-batida e as coletas manuais, coletou-se um total de 1021 lagartas. Destas, 25,2% chegaram à idade adulta, principalmente as coletadas no início das amostragens. A partir do início do desenvolvimento dos grãos

a quantidade de inimigos naturais aumentou, interrompendo o ciclo da maioria dos indivíduos coletados até o final da cultura (Figura 3).

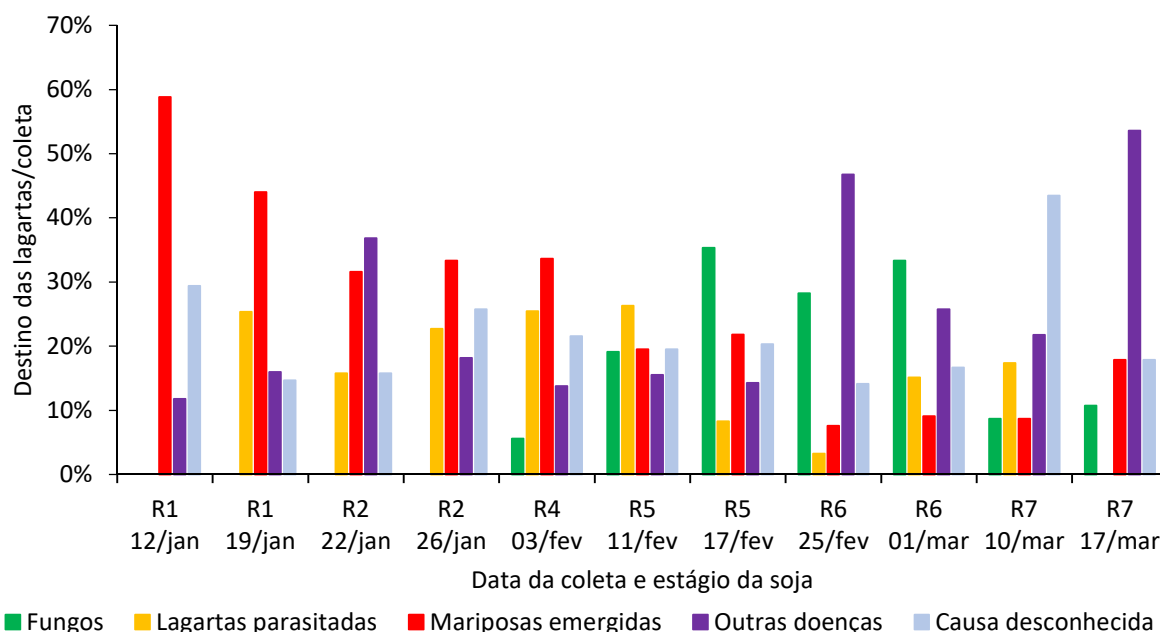


Figura 3. Porcentagem de lagartas em seus respectivos destinos em relação ao número de indivíduos coletados na soja convencional ao longo da safra 2015/16, Lapa/PR. A soma dos destinos de cada data corresponde a 100% das lagartas coletadas na mesma.

Patógenos

Fungos entomopatogênicos ocorreram a partir do primeiro decêndio de Fevereiro e infectaram 15,8% das lagartas coletadas. A mortalidade ocasionada por fungos sobre *A. gemmatilis* representou 23,8% das mortes para a espécie; já para os complexos *Plusiinae* e *Spodoptera* spp. estes entomopatógenos representaram 7,4% e 6,5% das mortes, respectivamente. Lagartas enroladeiras foram menos impactadas pelas epizootias, com 1,9% de indivíduos mortos por fungos, além de *C. aporema*, que não teve nenhum indivíduo atingido pelo patógeno.

Outras doenças causadas por entomopatógenos como vírus e bactérias ocorreram durante todo o ciclo, com maior incidência no final da safra, e ocasionaram a morte de 20,1% dos indivíduos. As lagartas que não conseguiram completar o ciclo, morrendo devido a problemas no desenvolvimento ou durante a muda, foram categorizadas como causas não identificadas e constituíram 20,2% dos indivíduos levados para o laboratório.

Parasitoides

Do total de lagartas coletadas, 18,7% estavam parasitadas. Para *A. gemmatalis*, os indivíduos parasitados representaram 23,5%, das quais, 96,3% foram parasitadas por *Microcharops anticarsiae* Gupta, 1987 (Hymenoptera: Ichneumonidae). O himenóptero ocorreu entre os estágios R1 e R5, com pico populacional registrado neste último. A espécie também foi parasitada por *Patelloa* sp. Townsend, 1916 (Diptera: Tachinidae). Esta espécie foi registrada apenas no início do desenvolvimento dos grãos, representando 3,7% das lagartas de *A. gemmatalis* parasitadas (Figura 4). As fêmeas de *Patelloa* foram identificadas apenas ao nível de gênero, e os machos como *Patelloa* near *tincta* (Walker, 1852).

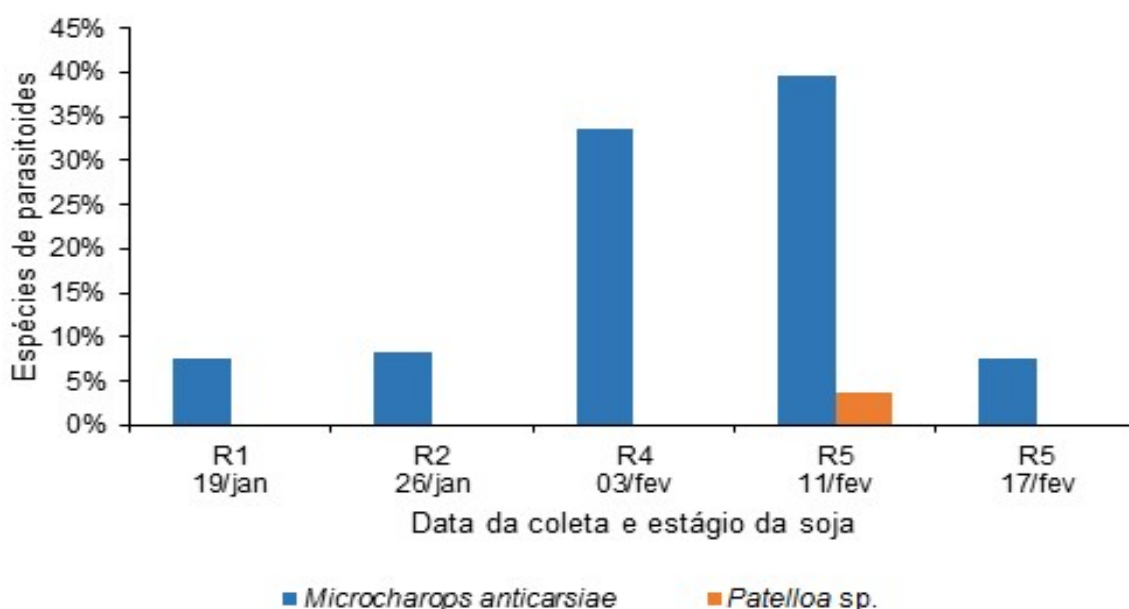


Figura 4. Porcentagem de parasitoides de larvas de *Anticarsia gemmatalis* ao longo da safra 2015/16 na soja convencional, Lapa/PR.

O parasitismo sobre o complexo *Plusiinae* representou 22,2%, sendo *Copidosoma* sp. Ratzeburg, 1844 (Hymenoptera: Encyrtidae) responsável por 66,6% das mortes. As demais lagartas foram parasitadas por indivíduos da família Braconidae (Hymenoptera).

No complexo *Spodoptera* spp. 11,2% das lagartas estavam parasitadas, 58,8% dos parasitoides foram identificados como *Hyposoter* Förster, 1869. (Hymenoptera: Ichneumonidae) e os demais se restringiram a um exemplar dos gêneros *Campoletis* sp. Förster, 1869; *Colpotrochia* sp. Holmgren, 1856 e *Ophion* Fabricius, 1798 (Hymenoptera: Ichneumonidae). Das lagartas enroladeiras de folhas,

10,6% estavam parasitadas. Nelas ocorreram dois gêneros de taquinídeos próximos a *Opsomeigenia* Townsend, 1919 e *Houghia* Coquillett, 1897.

Foram coletados quatro ovos de *A. gemmatalis* parasitados nas plantas-armadilhas distribuídas na cultura, e identificados como *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares, 1984, *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 e *Trichogramma bruni* Nagaraja, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Este último foi registrado pela primeira vez no Brasil neste hospedeiro.

3.2 Área Transgênica

3.2.1 Lepidópteros

Foram coletadas 114 lagartas com o método do pano de batida e apesar do nível de ação não ter sido atingido em nenhuma coleta, o produtor realizou cinco aplicações de inseticidas durante a safra 2015/16 (Tabela 1). *Anticarsia gemmatalis* ocorreu até o final da floração (19/01/2016), representando 3,5% do total de lagartas coletadas (Figura 5).

Tabela 1. Inseticidas utilizados na área de soja transgênica ao longo da safra 2015/16, Lapa/PR.

Data de aplicação	Marca comercial	Grupo químico	Dosagem aplicada
16/12/2015	METHOMEX 215 SL	Metilcarbamato	0,6L/ha
06/01/2016	BAZUCA 216 SL	Metilcarbamato de oxima	0,6L/ha
06/01/2016 23/01/2016	NOMOLT® 150	Benzoilureia	0,8L/ha
23/01/2016	PREMIO®	Antranilamida	0,06L/ha
09/02/2016 26/02/2016	ENGEO™ PLENO	Neonicotinoide e Piretroide	0,2L/ha

Fonte: SEAB – Agrotóxicos no Paraná. Disponível em:
<<http://celepar07web.pr.gov.br/agrotoxicos/pesquisar.asp>>

O complexo *Plusiinae* predominou em relação aos demais, seu pico populacional ocorreu no final do estágio de desenvolvimento dos grãos e representou 70,1% das lagartas coletadas (Figura 5). Os indivíduos que chegaram à idade adulta, assim como as lagartas, foram identificados como *R. nu*.

O complexo *Spodoptera* spp. representou 11,4% do total de lagartas coletadas e ocorreu principalmente a partir do estágio de desenvolvimento dos grãos (25/02/2016) até o final da safra. Lagartas enroladeiras e a broca-das-axilas foram esporadicamente encontradas e somaram 1,8% do total de indivíduos coletados. Os indivíduos que não puderam ser identificados constituíram 4,4% das coletas (Figura 5).

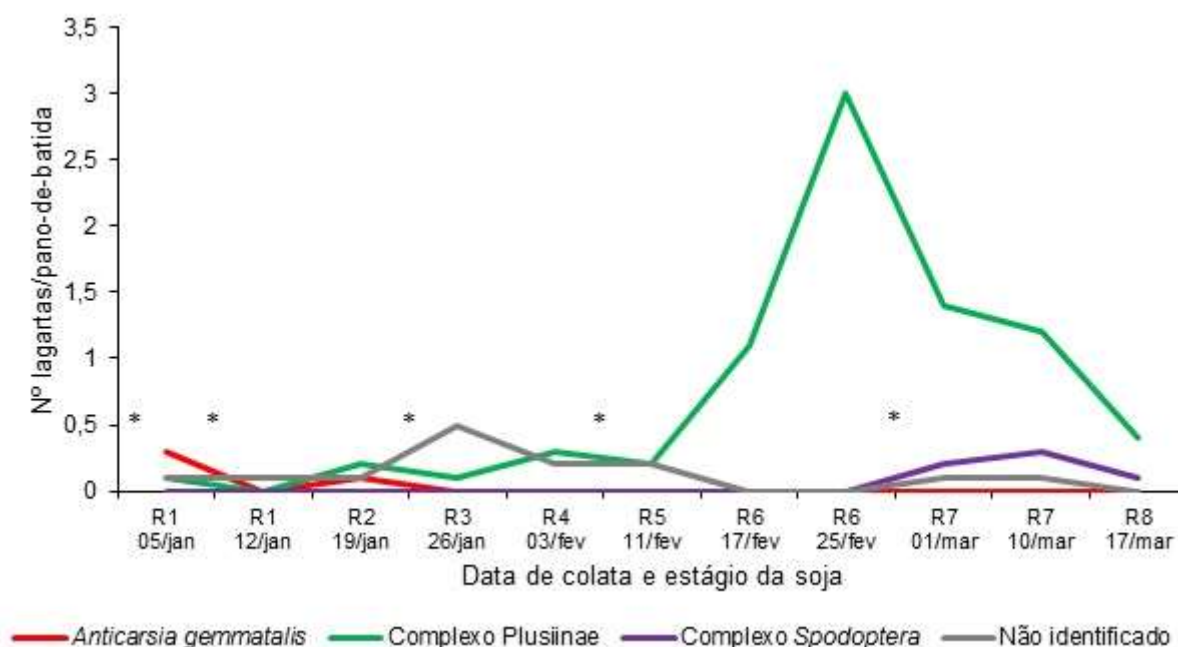


Figura 5. Média de todas lagartas coletadas com o método de pano-de-batida (1x1,5m) em relação às datas de coleta e seus respectivos estágios de desenvolvimento da soja transgênica ao longo da safra 2015/16, Lapa/PR. *Aplicação de inseticidas para lagartas.

3.2.2 Inimigos naturais

Patógenos

Além das lagartas coletadas através do pano de batida, foram apanhadas manualmente 14 lagartas. Do total de 128 indivíduos, apenas 4,6% chegaram à idade adulta, as demais morreram devido à ação de inimigos naturais ou causas não identificadas, possivelmente intoxicadas pelos inseticidas aplicados (Figura 6). O pico de emergência das mariposas ocorreu a partir dos indivíduos coletados durante a

floração. Os fungos entomopatogênicos foram os menos expressivos, responsáveis por apenas 3,9% das mortes do total de lagartas coletadas.

Entomopatógenos atingiram 45,3% do total de lagartas coletadas. As lagartas do complexo *Plusiinae* coletadas, 55,8% foram mortas em decorrência de doenças, assim como 64,2% das lagartas do complexo *Spodoptera* sp. As lagartas de *A. gemmatalis* não foram acometidas por doenças nesta área.

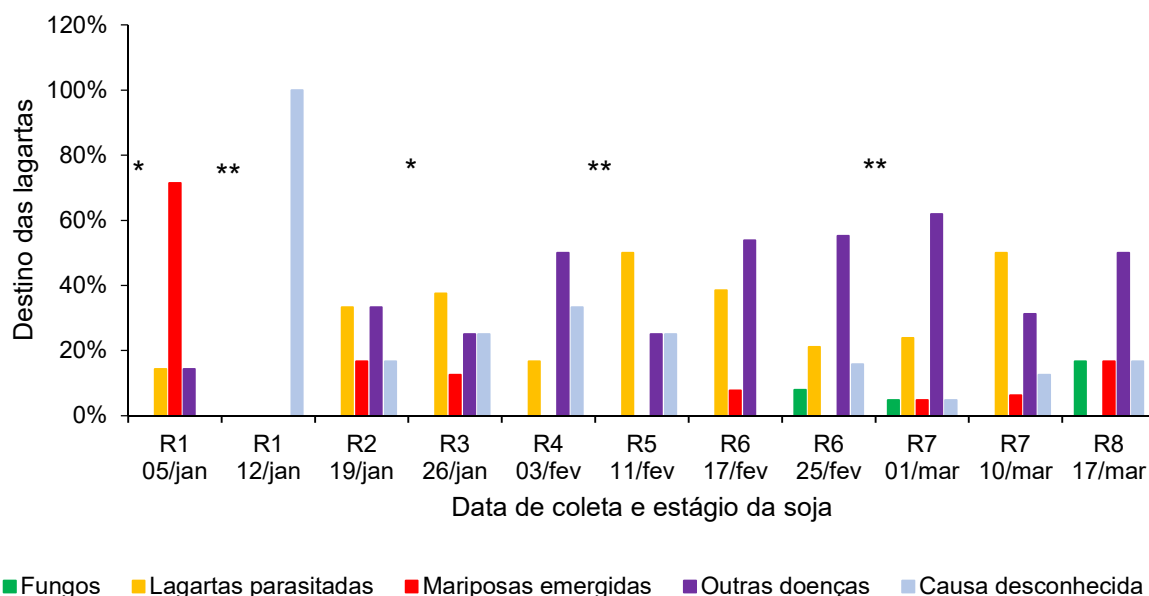


Figura 6. Porcentagem de lagartas e seus respectivos destinos em relação a número total de indivíduos coletados na soja transgênica ao longo da safra 2015/16, Lapa/PR. *Aplicação de inseticidas para lagartas. **Aplicação de fungicidas e inseticidas para lagartas.

Parasitoides

Os parasitoides ocorreram em 27,3% do total de lagartas. Dos indivíduos do complexo *Plusiinae*, 75% estavam parasitados por *Copidosoma* sp.; os demais eram parasitoides larvais não identificados até o momento, com exceção de um macho de *Voria ruralis* (Fallen, 1810) (Diptera: Tachinidae), ocorrendo em *C. includens*, coletada manualmente.

Foram encontrados dois ovos parasitados, e os parasitoides identificados como *T. acacioi* e *T. pretiosum*.

Os indivíduos que não conseguiram completar o desenvolvimento ou morreram por causas desconhecidas equivaleram a 13,3% das lagartas coletadas. A segunda coleta foi realizada logo após a aplicação de inseticidas e fungicidas (Tabela

2) e 100% das lagartas coletadas nesta data (12/01/2016) morreram por causas desconhecidas, possivelmente intoxicadas pelo inseticida aplicado na cultura.

Tabela 2. Fungicidas e herbicidas utilizados na área de soja transgênica ao longo da safra 2015/16, Lapa/PR.

Data de aplicação	Marca comercial	Grupo químico	Dosagem aplicada	Classe
16/12/2015	ZAPP QI 620	Glifosato – Glicina substituída	2,1L/ha	Herbicida
06/01/2016			1,2Kg/ha	
09/02/2016	UNIZEB GOLD	Ditiocarbamato	1,7Kg/ha	Fungicida
26/02/2016			1,7Kg/ha	
06/01/2016	ORKESTRA™ SC	Piraclostrobina e Fluxapirroxade	0,3L/ha	Fungicida
23/01/2016	ELATUS®	Azoxistrobina e Benzovindiflupir	0,2Kg/ha	Fungicida
09/02/2016				
26/02/2016	PRIORI XTRA®	Azoxistrobina e Ciproconazol	0,3L/ha	Fungicida

Fonte: SEAB – Agrotóxicos no Paraná. Disponível em: <<http://celepar07web.pr.gov.br/agrotoxicos/pesquisar.asp>>

3.3. Área convencional x Área transgênica

Quando comparadas as médias de lagartas de *A. gemmatilis* coletadas nas áreas convencional e transgênica, observa-se que a espécie ocorreu em maior abundância e durante maior parte do ciclo na área convencional. Na área transgênica essas lagartas ocorreram apenas durante os dois primeiros estágios reprodutivos. Já o complexo Plusiinae ocorreu expressivamente em maior quantidade na área transgênica, principalmente a partir do estágio R6. Na área convencional o complexo ocorreu em menor número e até o estágio de desenvolvimento dos grãos (Figura 7).

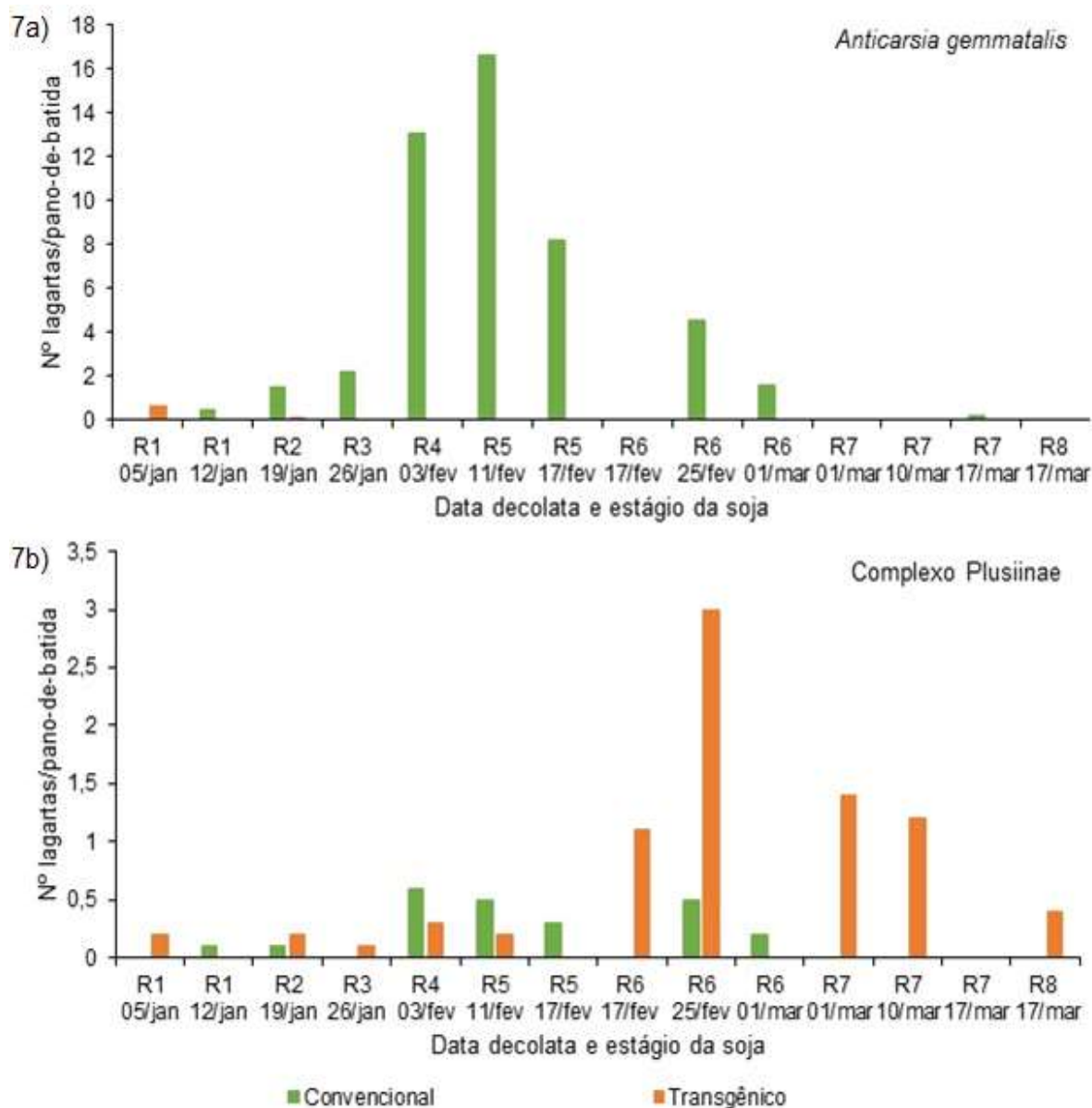


Figura 7. 7a) Média de lagartas de *Anticarsia gemmatalis* coletadas no pano-de-batida em cada data de coleta e o respectivo estágio de desenvolvimento da soja convencional e transgênica na safra 2015/16. 7b) Média de lagartas do Complexo Plusiinae coletadas no pano-de-batida em cada data de coleta e o respectivo estágio de desenvolvimento da soja convencional e transgênica na safra 2015/16, Lapa/PR.

4 DISCUSSÃO

4.1 Lepidópteros

Durante a safra 2015/16 não foi necessária a aplicação de inseticidas na área convencional, pois a população de lepidópteros foi naturalmente controlada por entomopatógenos e parasitoides. Apesar de não atingir o nível de ação (CORRÊA-FERREIRA, 2012), a lagarta da soja *Anticarsia gemmatalis* foi a espécie mais abundante, ocorrendo principalmente durante o início do desenvolvimento dos grãos. O mesmo também foi observado por Link & Tarragó (1974) e Moraes et al. (1991a) no Rio Grande do Sul e por Didonet et al (1998; 2003) no estado de Tocantins, assim como na região Centro-Oeste do Brasil por Prado et al. (1982), quando o MIP era utilizado em todo o Brasil.

Além de não haver necessidade de aplicação de inseticidas, a área convencional estava situada em uma área experimental onde também são utilizados sistemas de cultivo orgânico. Neste caso a preservação dos inimigos naturais dessas localidades é favorecido devido à utilização de formas de manejo alternativo ao uso de produtos químicos (VAN LENTEREN & BUENO, 2003). Assim, em áreas orgânicas de produção de soja, *A. gemmatalis* predomina em relação aos demais lepidópteros (SUJII et al., 2002; CARNEIRO et al., 2010), como observado por Chiaradia et al. (2011) em Santa Catarina, o Estado com a menor produção de grãos da região Sul do Brasil (CONAB, 2016b), mostrando que em locais onde a soja é cultivada em menor escala, a praga-chave continua sendo *A. gemmatalis*.

Levantamentos recentes em grandes regiões produtoras de soja mostram uma realidade diferente, onde pragas secundárias vêm adquirindo papéis principais no complexo, como na região Centro-oeste do Brasil, onde *C. includens* e o complexo *Spodoptera* spp. tem predominado em relação a *A. gemmatalis* (QUINTELA et al., 2006; BUENO et al., 2009; MOSCARDI et al., 2012; OLIVEIRA, 2014). Assim como em outras regiões do estado do Paraná, onde os complexos Plusiinae e *Spodoptera* spp. foram mais abundantes em algumas localidades amostradas (BUENO et al., 2009; CAGLIARI et al. 2012).

O complexo de Plusiinae, principalmente *C. includens*, se estabeleceu como praga principal a partir de 2002, quando os fungicidas utilizados contra a ferrugem asiática afetaram também os fungos que a controlavam (SOSA-GÓMEZ et al., 2003;

SOSA-GÓMEZ 2006), além disso a utilização inadequada de inseticidas e a localização estratégica dessas lagartas, no terço médio da planta e na face abaxial da folha, dificultaram seu controle (QUINTELA et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2010). Neste estudo o complexo de Plusiinae predominou na área semeada com soja RR, onde foram realizadas cinco aplicações de inseticidas e fungicidas no decorrer da safra 2015/16, estes atingiram os fungos entomopatogênicos que foram os microorganismos com menor incidência na área, mostrando que em um ambiente desequilibrado pode favorecer o predomínio do complexo de Plusiinae.

A maior parte dos indivíduos do complexo de Plusiinae coletados tanto na área convencional quanto na transgênica foram identificados como *Rachiplusia nu*, diferindo de levantamentos em outras regiões do estado do Paraná e do país, onde *C. includens* foi a praga-chave (BUENO et al., 2009; FORMENTINI 2009; OLIVEIRA, 2014; CONTE et al., 2015). *Rachiplusia nu* também predominou em levantamentos na Argentina (LUNA; SÁNCHEZ, 1999; AVALOS et al., 2004; AVALOS et al., 2016) e Rio Grande do Sul (MORAES et al., 1991a). Neste contexto, nota-se uma mudança no perfil de lepidópteros-pragas na cultura nos últimos 40 anos, sendo que na década de 60 a fauna de lepidópteros era composta por 10 espécies, passando para 69 atualmente relatados para a cultura (PANIZZI, 1997; FORMENTINI et al., 2015).

O complexo de *Spodoptera* spp. foi o segundo mais coletado na área convencional, sendo o mais abundante nas últimas coletas. O mesmo foi observado por Stecca (2011) no Rio Grande do Sul e por Oliveira (2014) em Goiás. No Paraná as espécies de *Spodoptera* foram as mais abundantes em algumas regiões do Estado (CAGLIARI et al., 2012). Apesar de continuar sendo uma praga secundária, o complexo tem adquirido cada vez mais importância na cultura, pois necessita de dosagens maiores de inseticidas para seu controle, o que consequentemente elimina os inimigos naturais (QUINTELA et al., 2007). Das espécies do complexo identificadas, *S. dolichos* é relatada pela primeira vez ocorrendo em soja. Esta espécie já ocorre em outras culturas de importância econômica, como feijão, milho, café, algodão, tabaco, entre outras em todo o continente americano (PASTRANA, 2004; MONTEZANO et al., 2015).

Outro grupo encontrado com frequência na soja convencional foi o das lagartas enroladeiras de folhas, sendo quantitativamente o terceiro maior grupo de lagartas encontradas na área convencional. Das lagartas enroladeiras coletadas 67,3%

chegaram à idade adulta, o que pode estar relacionado com a proteção que as folhas fornecem contra inseticidas e os inimigos naturais.

Apesar dos grandes prejuízos causados em safras anteriores (ÁVILA et al., 2013), apenas dois indivíduos foram identificados como *Helicoverpa armigera* na área convencional, mostrando que um ambiente equilibrado pode propiciar a baixa população desta espécie.

4.2 Parasitoides

O parasitoide larval *Microcharops anticarsiae* é relatado ocorrendo também em outras espécies do complexo de pragas da soja (PATEL, 1991). Porém neste estudo, foi encontrado apenas em lagartas de *A. gemmatalis*, assim como Merlin (2000) na mesma região. A abundância de *M. anticarsiae* nesse hospedeiro também é descrita por Patel (1991). Outro grupo encontrado parasitando *A. gemmatalis* pertence ao gênero *Patelloa* sp. que também foi encontrado no mesmo hospedeiro em levantamentos na Argentina (AVALOS et al., 2004; 2016). Os parasitoides mais abundantes na área transgênica em lagartas de *R. nu* foram *Copidosoma* sp. e *Voria ruralis*, o mesmo observado por Moraes et al. (1991b) e Avalos et al. (2004;2016).

Foram coletadas três espécies de parasitoides em ovos de *A. gemmatalis*, *T. pretiosum*, *T. acacioi* e *T. bruni*. *Trichogramma pretiosum* e *T. acacioi* já foram relatados ocorrendo naturalmente em lavouras de soja (FOERSTER & AVANCI, 1999; AVANCI et al., 2005), já *T. bruni* tem seu primeiro relato no Brasil em *A. gemmatalis* neste trabalho. Apesar de ser descrita pela primeira vez em um hospedeiro não identificado no Brasil (NAGARAJA, 1983), esta espécie está associada a ambientes florestais (QUERINO; ZUCCHI, 2002). Seu primeiro relato em soja ocorreu na Argentina, parasitando ovos de *A. gemmatalis* (VALVERDE et al., 2009). Neste sentido, o relato de uma nova espécie parasitando ovos de pragas de soja eleva o número de espécies conhecidas ocorrendo naturalmente na cultura no Brasil, totalizando seis diferentes espécies de *Trichogramma* (FOERSTER & AVANCI, 1999; AVANCI et al., 2005).

5 CONCLUSÕES

De acordo com as condições experimentais descritas, conclui-se que:

- Na área de cultivo convencional não houve mudança na composição da entomofauna de lepidópteros em relação às descrições do período em que o MIP era amplamente empregado na cultura da soja.
- O complexo de *Spodoptera* spp. pouco relatado no período de uso do MIP, foi coletado durante todo o período reprodutivo da soja.
- As práticas preconizadas pelo MIP mostraram-se eficientes na manutenção da entomofauna benéfica na cultura convencional, não sendo necessária a aplicação de inseticidas nessa safra.
- O complexo de Plusiinae continuou como praga secundária na área convencional, sendo naturalmente controlado por inimigos naturais.
- *A. gemmatalis* continuou sendo a principal praga da cultura, controlada por fungos entomopatogênicos e parasitoides larvais como *M. anticarsiae*, além dos parasitoides de ovos.
- Foi registrado pela primeira vez o parasitismo de *T. bruni* em ovos de *A. gemmatalis* no Brasil.
- Na área transgênica, o complexo Plusiinae se destacou durante todo o ciclo da cultura.
- O complexo *Spodoptera* spp. ocorreu no final do estágio reprodutivo do cultivo transgênico e em maior quantidade que *A. gemmatalis*.
- Na área onde houve uso de inseticidas ocorreu alteração no complexo de lagartas.
- Inimigos naturais desempenham papel preponderante na regulação de populações de lepidópteros na cultura da soja.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGEL, A.S.M. Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable. **Agricultura Técnica**. v. 54, n. 4, p. 371-386, 1994.

AVALOS, D.S.; MANGEAUD, A.; VALLADARES, G.R. Parasitism and Food Web Structure in Defoliating Lepidoptera – Parasitoid Communities on Soybean. **Neotropical entomology**. p. 1-6, 2016.

AVALOS, S.; MAZZUFERI, V.; PORTA, N.; SERRA, G.; BERTA, C. El complejo parasítico (Hymenoptera y Diptera) de larvas de *Anticarsia gemmatilis* Hüb. y *Rachiplusia nu* Guen. (Lepidoptera: Noctuidae) en alfalfa y soja. **Agriscientia**. v. 21, n. 2, 2004.

AVANCI, M.R.F.; FOERSTER, L.A.; CAÑETE, C.L. Natural parasitism in eggs of *Anticarsia gemmatilis* Hübner (Lepidoptera, Noctuidae) by *Trichogramma* spp. (Hymenoptera, Trichogrammatidae) in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**. v. 49, n. 1, p.148-151, 2005.

ÁVILA, C.J.; VIVAN, L.M.; TOMQUELSKI, G.V. **Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas**. Embrapa Agropecuária Oeste. 2013. Circular Técnica 23.

BUENO, A.F.; PANIZZI, A.R.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; GAZZONI, D.L.; HIROSE, E.; MOSCARDI, F.; CORSO, I.C.; OLIVEIRA, L.J.; ROGGIA, S. Histórico e Evolução do Manejo Integrado de Pragas da Soja no Brasil. p. 37-74. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, S.B.; MOSCARDI, F. **Soja - Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-praga**. Embrapa. Brasília - DF. 2012. 859p.

BUENO, R.C.; PARRA, J.R.; BUENO, A.D.F.; HADDAD, M.L. Desempenho de Tricogramatídeos como potenciais agentes de controle de *Pseudoplusia includens* Walker (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**. v. 38, n. 3, p. 389-394, 2009.

BUENO, R.C.O.F.; PARRA, J.R.P.; BUENO, A.F.; MOSCARDI, F.; OLIVEIRA, J.R.G.; CAMILLO, M.F. Sem barreira. **Revista Cultivar**. v. 93, p. 12-15, 2007.

CAGLIARI, D.; GUEDES, J.V.C.; TOMAZI, B.R.; BARBIERI, M.; STACKE, R.F.; SCHUSTER, A. Levantamento de espécies de lagartas desfolhadoras na cultura da soja no estado do Paraná. **Anais do XVI Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão**. Santa Maria – RS. 2012.

CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W.; RODRIGUES, G.S. Evolução, situação atual, projeção e perspectiva de sucesso de um programa de racionalização do uso de agrotóxicos no Brasil. p. 43-49. In: RODRIGUES, G.S. **Racionalización Del uso de pesticidas en El conosur**. Procisur. 1998. 90p.

CARNEIRO, E.; CUZZI, C.; LINK, S.; VILANI, A.; SARTORI, C.; ONOFRE, S. B. Entomofauna associada à cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) (Fabaceae) conduzida em sistema orgânico. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**. v. 3, n. 3, 2010.

CARNEIRO, G.E.S.; PÍPOLO, A.E.; MELO, C.L.P.; LIMA, D.; FOLONI, J.S.S.; MIRANDA, L.C.; PETEK, M.R.; BORGES, R.S. **Cultivares de soja, macrorregiões 1, 2 e 3 - Centro-Sul do Brasil**. Embrapa-Soja. 1ed. 2014.

CERDEIRA, A.L.; GAZZIERO, D.L.; DUKE, S.O. MATALLO, M.B.; SPADOTTO, C.A. Review of potential environmental impacts of transgenic glyphosate-resistant soybean in Brazil. **Journal of Environmental Science and Health Part B**. v. 42, n. 5, p. 539-549, 2007.

CHIARADIA, L.A.; REBONATTO, A.; SMANIOTTO, M.A.; DAVILA, M.R.F.; NESI, C.N. Artropodofauna associada às lavouras de soja. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. v. 10, n. 1, p. 29-36, 2011.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília – Conab, v. 3, n. 12, 182p, 2016b.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Séries Histórica de Área Plantada - Soja. 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos> Acesso em: 20/05/2016a.

CONTE, O.; OLIVEIRA, F.T.; HARGER, N.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; ROGGIA, S. **Resultados do manejo integrado de pragas da soja na safra 2014/15 no Paraná**. Embrapa Soja. 2015. Documentos No. 361.

CORRÊA-FERREIRA, B.S. Amostragem de pragas da soja. p. 631-672. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, S.B.; MOSCARDI, F. **Soja - Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-praga**. Embrapa. Brasília - DF. 2012. 859p.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K.C.; VIVAN, L.M.; GUIMARÃES, H.O.; CARVALHAIS, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 43, n. 1, p. 110-113, 2013.

DA LUZ, P.M.C.; DE AZEVEDO FILHO, W.S.; SPECHT, A. Caracterização morfológica dos estágios imaturos de *Rachiplusia nu* (Guenée, 1852) (Lepidoptera: Noctuidae: Plusiinae) e lista de plantas hospedeiras. **Caderno de Pesquisa**. v. 26, n. 3, p. 65-76, 2014.

DIDONET, J.; FRAGOSO, D.D.B.; PELUZIO, J.M.; SANTOS, G.R. Flutuação populacional de pragas e seus inimigos. **Acta amazônica**. v. 28, n. 1, p. 67-74, 1998.

DIDONET, J.; SARMENTO, R.D.A.; AGUIAR, R.W.D.S.; SANTOS, G.; ERASMO, E.A.L. Abundância de pragas e inimigos naturais em soja na região de Gurupi, Brasil. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**. v. 69, p. 50-57, 2003.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Technology of production of edible flours and protein products from soybeans. Services Bulletin No. 97, 1992. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/t0532e/t0532e00.htm#con>> Acesso em: 27/05/2016.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E.; BURMOOD, D.T.; PENNINGTON, J.S. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**. v. 11, p. 929-931, 1971.

FOERSTER, L.A.; AVANCI, M.R.F. Egg parasitoids of *Anticarsia gemmatilis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) in soybeans. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. v. 28, n. 3, p. 545-548, 1999.

FORMENTINI, A.C. **Lepidópteros associados à cultura da soja: diversidade e parasitismo natural por insetos e fungos entomopatogênicos**. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul. 2009.

FORMENTINI, A.C.; SOSA-GÓMEZ, D.R. PAULA-MORAES, S.V.; BARROS, N.M.; SPECHT, A. Lepidoptera (Insecta) associated with soybean in Argentina, Brazil, Chile and Uruguay. **Ciência Rural**. v. 45, n. 12, p. 2113-2120. 2015.

HOFFMAN-CAMPO, C. B.; OLIVEIRA, E. B.; MOSCARDI, F. **Criação massal da lagarta da soja *Anticarsia gemmatilis***. Londrina: Embrapa. 1985. Documentos No. 10.

HOFFMANN-CAMPO, B.S.; OLIVEIRA, L.J.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; CORSO, I.C. Pragas que atacam plântulas, hastes e pecíolos da soja. p. 145-212. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, S.B.; MOSCARDI, F. **Soja - Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-praga**. Embrapa. Brasília - DF. 2012. 859p.

HOFFMANN-CAMPO, C.B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; OLIVEIRA, L.J.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; PANIZZI, A.R.; CORSO, I.C.; GAZZONI, D.L.; OLIVEIRA, E.B. **Pragas da soja no Brasil e o seu manejo integrado**. Embrapa Soja. 2000. Circular Técnica, 30.

HOOPER, K.R.; United States Department of Agriculture - Agricultural Research Service research on biological control of arthropods. **Pest Management Science**. v. 59, p. 643-653, 2003.

HYMOWITZ, T. On the domestication of the soybean. **Economic Botany**. v. 24, n. 4, p. 408-421, 1970.

KOGAN, M. Integrated Pest Management: historical perspectives and contemporary developments. **Annual review of Entomology**. v. 43, p. 243-270, 1998.

LINK, D.; TARRAGÓ, M.F.S. Desfolhamento causado por lagartas em soja. **Revista do Centro de Ciências Rurais**. v. 4, n. 3, 1974.

LUNA, M.G.; SÁNCHEZ, N.E. Parasitoid assemblages of soybean defoliator Lepidoptera in north-western Buenos Aires province, Argentina. **Agricultural and Forest Entomology**. v. 1, n. 4, p. 255-260, 1999.

MERLIN, C.H. Incidência de parasitóides e patógenos no controle de lagartas (Lepidoptera: Noctuidae) da soja. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2000.

MONTEZANO, D.G.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; PAULA-MORAES, S.V.; ROQUE-SPECHT, V.F.; FRONZA, E.; BARROS, N.M.; SPECHT, A. Immature Development of *Spodoptera dolichos* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical entomology**. v. 45, n. 1, p. 22-27, 2015.

MORAES, R.R.; LOECK, A.E.; BELARMINO, L.C. Flutuação populacional de *Plusiinae* e *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 26, n. 1, p. 51-56, 1991a.

MORAES, R.R.; LOECK, A.E.; BELARMINO, L.C. Inimigos naturais de *Rachiplusia nu* (Guenée, 1852) e de *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae) em soja no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 26, n. 1, p. 57-64, 1991b.

MORALES, L.; SILVA, M.T.B. Desafios do MIP-soja na região sul do Brasil e o plantio direto. **Anais do IV Congresso Brasileiro da Soja**. Londrina-PR. p. 134-139, 2006.

MOSCARDI, F.; BUENO, A.F.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; ROGGIA, S.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; POMARI, A.F.; CORSO, I.C.; YANO, S.A.C. Artrópodes que atacam as folhas de soja. p. 213-334. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, S.B.; MOSCARDI, F. **Soja - Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-praga**. Embrapa. Brasília - DF. 2012. 859p.

NAGARAJA, H. Descriptions of new Trichogrammatidae (Hymenoptera) from Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**. v. 43, p. 37-44, 1983.

OERKE, E.C. Crop losses to pests. **The Journal of Agricultural Science**. v. 144, n. 01, p. 31-43, 2006.

OLIVEIRA, J.R.G; FERREIRA, M.C.; ROMAN, R.A.A. Diferentes diâmetros de gotas e equipamentos para aplicação de inseticida no controle de *Pseudoplusia includens*. **Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola**. v. 30, n. 1, p. 92-99, 2010.

OLIVEIRA, T.C. **Flutuação populacional de lagartas desfolhadoras e distribuição espacial de Plusiinae na cultura da soja [Glycine Max (L.) Merrill]**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Área de concentração: Fitossanidade. Universidade Federal de Goiás. Goiânia. 2014.

PANIZZ, A.R. Entomofauna changes with soybean expansion In Brazil. **Proceedings World Soybean Research Conference V**. Bangkok -Thailand: Kasetsart University Press, v. 01. p. 166-169. 1997.

PASTRANA, J.A. **Los lepidópteros argentinos: sus plantas hospedadoras y otros sustratos alimenticios**. Buenos Aires, Sociedad Entomológica Argentina, 2004, 350p.

PATEL, P.N. Flutuação populacional de insetos fitófagos e agentes de controle natural de *Anticarsia gemmatilis* Hueb., 1818 e *Pseudoplusia includens* (Walk., 1857) em soja consorciada e não consorciada e bioecologia de seu endoparasito, *Microcharops anticarsiae* Gupta, 1987 (Hymenoptera: Ichneumonidae) em laboratório. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1991.

PRADO, P.C.N.; CUNHA, H.F.; SILVA, A.L. Ocorrência dos principais insetos-pragas da soja e seus inimigos naturais, em Santa Helena de Goiás. **Anais da Escola de Agronomia e Veterinária**. v.12, p.31-44, 1982.

QUERINO, R.B.; ZUCCHI, R.A. Intraspecific variation in *Trichogramma bruni* Nagaraja, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) associated with different hosts. **Brazilian Journal of Biology**. v. 62, n. 4A, p. 665-679, 2002.

QUINTELA, E.D.; FERREIRA, S.B.; GUIMARAES, W.F.F.; OLIVEIRA, L.F.C.; OLIVEIRA, A.C. CZEPAK, C. Desafios do MIP em soja em grandes propriedades no Brasil. **Anais do IV Congresso Brasileiro da Soja**. Londrina-PR. p. 127-133, 2006.

QUINTELA, E.D.; TEIXEIRA, S.M.; FERREIRA, S.B.; GUIMARÃES, W.F.F.; OLIVEIRA, L.F.C.; CZEPAK, C. **Desafios do Manejo Integrado de Pragas da Soja no Brasil Central**. Embrapa Santo Antônio de Goiás. 2007. Comunicado Técnico No. 149.

SHEPARD, M; CARNER, G.R.; TURNIPSEED, S.G. A comparison of three sampling methods for arthropods in soybeans. **Environmental Entomology**. v. 3, n. 2, p. 227-232, 1974.

SOSA-GÓMEZ, D.R. **Seletividade de agroquímicos para fungos entomopatogênicos**. 2006. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/download/artigos/seletiv_fung.pdf> Acesso em: 08/09/2016.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORSO, I.C.; OLIVEIRA, L.J.; MOSCARDI, F.; PANIZZ, A.R.; BUENO, A.F.; HIROSE, E.; ROGGIA, S. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. Embrapa-soja. 3ed. 2014. Documentos No.269.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; DELPIN, K.E.; MOSCARDI, F.; NOZAKI, M.H. The impact of fungicides on *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson epizootics and on populations of *Anticarsia gemmatilis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), on soybean. **Neotropical Entomology**. v. 32, p. 287-291, 2003.

STECCA, C.M. Distribuição espaço-temporal e flutuação populacional de lagartas desfolhadoras da soja. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Área de concentração: Produção vegetal. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 2011.

SUJII, E.R.; PIRES, C.S.; SCHMIDT, F.G.; ARMANDO, M.S.; BORGES, M.M.; CARNEIRO, R.G.; VALLE, J.C.V. Controle biológico de insetos-praga na soja orgânica do Distrito Federal. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**. v. 19, n. 2, p. 299-312, 2002.

TURNIPSEED, S.G.; KOGAN, M. Soybean Entomology. **Annual Review of Entomology**. v. 21, p. 247-282, 1976.

USDA - United States Department of Agriculture. **Oilseeds and Production Update**. Brasília - GAIN Report BR1605. 2016.

VALVERDE, L.; VIRLA, E.G.; QUERINO, R. Primera cita de *Trichogramma bruni* Nagaraja (Hymenoptera: Trichogrammatidae) en el cultivo de soja del noroeste argentino (Thcumán), con mención de un nuevo hospedador. **Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas**. v. 35, n. 1, p. 25-28, 2009.

VAN DRIESCHE, R.G.; BELLOWS Jr. T.S. **Biological Control**. New York: Chapman & Hall. 1996. 539p.

VAN LETEREN, J.C.; BUENO, V.H.P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **BioControl**. v. 48, p. 123–139, 2003.

CAPÍTULO II

BIOLOGIA COMPARADA DE *Trichogramma pretiosum* RILEY, 1879 E *Trichogramma bruni* NAGARAJA, 1983 EM OVOS DE *Anticarsia gemmatalis* HÜBNER, 1818 e *Chrysodeixis includens* (WALKER, 1858)

RESUMO:

As lagartas *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens* são as principais pragas da cultura da soja no Brasil. Seu controle é baseado no uso de inseticidas químicos, porém inimigos naturais, como parasitoides de ovos podem eliminar a praga antes de sua eclosão, evitando danos à cultura. O gênero *Trichogramma* é o mais utilizado para o controle de lepidópteros no mundo. Apesar da grande importância, espécies neotropicais são pouco estudadas. No Brasil cinco espécies haviam sido descritas parasitando ovos de *A. gemmatalis* na soja, sendo *Trichogramma bruni* a sexta espécie encontrada na cultura. Porém, *Trichogramma pretiosum* é a espécie com maior distribuição no continente americano, principalmente em agroecossistemas, sendo a espécie mais utilizada no controle biológico aplicado. O sucesso de programas de controle biológico empregando parasitoides depende do conhecimento da biologia e utilização de espécies nativas. Sendo assim, este estudo objetivou conhecer a biologia de *T. bruni* e compara-la com *T. pretiosum* sobre ovos de *A. gemmatalis* e *C. includens*. Foram avaliados: número de ovos parasitados e de adultos emergidos, tempo de desenvolvimento, número de parasitoides por ovo, razão sexual, longevidade e capacidade reprodutiva. *Trichogramma bruni* apresentou menor eficiência nos parâmetros avaliados em ambos os hospedeiros, quando comparado a *T. pretiosum*, sendo que em ovos de *A. gemmatalis* teve melhor desempenho do que em *C. includens*. Esse parasitoide apresentou maior tempo de desenvolvimento, menor número de ovos parasitados e em ovos de *C. includens*, o número de adultos emergidos foi inferior ao número de ovos parasitados, evidenciando a dificuldade encontrada pelo parasitoide de completar seu desenvolvimento nesse hospedeiro. *Trichogramma pretiosum* também apresentou menor desempenho em ovos de *C. includens*, com maior tempo de desenvolvimento e menor número de ovos parasitados do que em ovos de *A. gemmatalis*. A longevidade de *T. bruni* foi menor que a de *T. pretiosum* nos dois hospedeiros, sendo que a quantidade de ovos parasitados de *A. gemmatalis* foi diminuindo ao longo da vida das fêmeas. Já em ovos de *C. includens*, *T. bruni* não apresentou esse padrão, com maior quantidade de ovos parasitados nos primeiros e nos últimos dias de vida das fêmeas. A capacidade reprodutiva de *T. bruni* foi cerca de cinco vezes menor do que a de *T. pretiosum*. Esse menor sucesso reprodutivo pode estar relacionado à condição nutritiva do hospedeiro e as necessidades de cada espécie. *Trichogramma bruni* preferencialmente é encontrado em ambientes florestais, ao contrário de *T. pretiosum*, o que explica o melhor desempenho da segunda espécie em pragas da cultura da soja. O presente estudo concluiu que *T. bruni* é capaz de parasitar as pragas chave da cultura da soja, mas com menor eficiência que *T. pretiosum* e ambas as espécies apresentaram melhor desempenho em ovos de *A. gemmatalis* quando comparado a *C. includens*.

Palavras-chave: Controle Biológico; Parasitoide de ovos; Pragas da soja; *Glycine max*.

CHAPTER II

COMPARATIVE BIOLOGY OF *Trichogramma pretiosum* RILEY, 1879 AND *Trichogramma bruni* NAGARAJA, 1983 IN EGGS OF *Anticarsia gemmatalis* HÜBNER, 1818 AND *Chrysodeixis includens* (WALKER, 1858)

ABSTRACT:

The caterpillars *Anticarsia gemmatalis* and *Chrysodeixis includens* are the main pest of soybean crops in Brazil. Their control is based on the use of chemical insecticides, but natural enemies such as egg parasitoids can eliminate the pest before hatching, avoiding damage to the crop. The genus *Trichogramma* is the most used for the control of lepidopteran species in the world. Despite their great importance, neotropical species of *Trichogramma* are little studied. In Brazil five species had been described parasitizing eggs of *A. gemmatalis* in soybeans; *Trichogramma bruni* is the sixth species found in the crop. *Trichogramma pretiosum* is a species with greater distribution in the American continent, mainly in agroecosystems, being a species more used in the applied biological control. The success of biological control programs employing parasitoids depends on the knowledge of the biology and the use of native species. This study aimed to study the biology of *T. bruni* and *T. pretiosum* on eggs of *A. gemmatalis* and *C. includens*. The following parameters were evaluated: number of parasitized eggs and emerged adults, development time, number of parasitoids per egg, sex ratio, longevity and reproductive capacity. *Trichogramma bruni* showed lower efficiency in the parameters evaluated in both hosts when compared to *T. pretiosum*, and in *A. gemmatalis* eggs had better performance than in *C. includens*. This parasitoid showed longer development time, fewer parasitized eggs and in *C. includens* eggs, the number of emerged adults was lower than the number of parasitized eggs, evidencing the difficulty found by the parasitoid in this host. *Trichogramma pretiosum* also had lower performance in *C. includens* eggs, with longer development time and fewer parasitized eggs. The longevity of *T. bruni* was lower than that of *T. pretiosum* in both hosts, and the amount of parasitized eggs of *A. gemmatalis* decreased throughout the life of the females. In *C. includens* eggs, *T. bruni* did not present this pattern, with more eggs parasitized in the first and last days of the females' lifespan. The reproductive capacity of *T. bruni* was about five times smaller than that of *T. pretiosum*. This lower reproductive success may be related to the nutritional status of the host and the requirements of each species. *Trichogramma bruni* is preferentially found in forest environments, unlike *T. pretiosum*, what explains the better performance of the latter in soybean pests. It is concluded that *T. bruni* is capable of parasitizing the key pests of soybeans, but is less efficiently than *T. pretiosum* and both species presented better performance in *A. gemmatalis* eggs when compared to *C. includens*.

Key-words: Biological control; egg parasitoids; soybean insect pests; *Glycine max*.

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja *Glicine max* (L.) é a principal “commodity” do Brasil, sendo o maior exportador mundial do grão (CONAB, 2016; USDA, 2016). Lepidópteros-praga causam grandes prejuízos à cultura (MOSCARDI et al., 2012), principalmente a lagarta-da-soja *Anticarsia gemmatalis* Hübner (1818) (Lepidoptera: Erebidae) e a lagarta falsa medideira, *Chrysodeixis includens* (Walker, 1858) (Lepidoptera Noctuidae) (AVANCI et al., 2005; BUENO et al., 2007).

O controle de insetos-praga é baseado principalmente na aplicação de inseticidas químicos (SONG & SWINTON, 2009), porém a utilização de inimigos naturais como entomopatógenos e parasitoides são alternativas para a redução desses insetos na lavoura (BALE et al., 2008), sendo os parasitoides importantes controladores de lepidópteros-praga (AVALOS et al., 2016). Na região sul do Brasil são conhecidas sete espécies parasitando ovos de *A. gemmatalis*, pertencentes às famílias Trichogrammatidae, Aphelinidae e Scelionidae (CAÑETE & FOERSTER 2003; FOERSTER & BUTNARIU, 2004; AVANCI et al., 2005).

O gênero *Trichogramma* sp. Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) é o agente de controle mais utilizado contra lepidópteros-praga (STINNER, 1977; VAN LENTEREN & BUENO, 2003; PARRA & ZUCCHI, 2004). Apesar de sua importância no contexto mundial, espécies neotropicais são pouco estudadas (AVANCI et al., 2005; DIAS et al., 2008). Até o momento cinco espécies de *Trichogramma* haviam sido relatadas ocorrendo naturalmente em lavouras de soja no sul do Brasil. *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, *Trichogramma rojasi* Nagaraja & Nagarkatti, 1973 e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 foram reportados por Foerster & Avanci (1999), e *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares, 1984 e *Trichogramma lasallei* Pinto, 1998 relatados por Avanci et al. (2005). Além destas espécies, *Trichogramma bruni* Nagaraja, 1983, também foi encontrado parasitando ovos de *A. gemmatalis* na região (Dados não publicados).

Trichogramma pretiosum é amplamente distribuído em todo o continente americano, ocorrendo predominantemente em agroecossistemas e raramente em ambientes naturais (ZUCCHI et al., 2010). Dentre os hospedeiros, destacam-se as pragas da soja, *A. gemmatalis* e *C. includens* (MAGANO et al., 2015), além de ser o parasitoide mais utilizado comercialmente no Brasil (PARRA, 2010).

O parasitoide *T. bruni* foi descrito pela primeira vez no Brasil ocorrendo em ovos de um hospedeiro não identificado em Minas Gerais (NAGARAJA, 1983), estando associado a ambientes florestais, e não comumente encontrada em culturas anuais (QUERINO & ZUCCHI, 2002). Porém, a espécie foi relatada ocorrendo naturalmente em ovos de *Urbanus proteus* (L.) (Lepidoptera: HesperIIDae) em cultivos de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) na região sudeste do Brasil (PRATISSOLI et al., 2007), e também na Argentina, onde foi encontrada em ovos de *A. gemmatilis* na cultura da soja (VALVERDE et al., 2009). Recentemente a espécie também foi relatada ocorrendo em uma espécie do complexo *Plusiinae* também em soja na Argentina (VALVERDE et al., 2014).

O sucesso de programas de controle biológico está diretamente ligado à utilização de espécies nativas, as quais estão mais bem adaptadas às condições climáticas locais, assim como aos hospedeiros. Neste contexto, é fundamental o conhecimento das populações pré-existentes às liberações (HASSAN, 1994; SMITH, 1996). Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi conhecer as características biológicas de *T. bruni* e compará-las com *T. pretiosum* em pragas-chave da cultura soja, visando o incremento do seu controle.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Controle Integrado de Insetos (LCII) da Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR. As criações dos parasitoides e seus hospedeiros, assim como os experimentos foram conduzidos em câmaras climatizadas a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ com fotoperíodo de 14:10 (claro: escuro) e umidade relativa $70 \pm 10\%$.

2.1 Manutenção das criações

2.1.1 Lepidópteros

Anticarsia gemmatalis

As lagartas foram obtidas através de coletas de campo no município da Lapa, PR e mantidas conforme as condições acima descritas. As lagartas foram criadas em recipientes plásticos de 50mL contendo dieta artificial de Greene et al. (1976). Os adultos foram mantidos em gaiolas de vidro (45x33x35cm) com aberturas para ventilação e alimentados com algodão embebido com dieta líquida composta por uma solução contendo água destilada, mel, nipagim, ácido sórbico, sacarose e 25% de cerveja (HOFFMANN-CAMPO et al., 1985). Os ovos com até 24h de idade foram destinados para os bioensaios e manutenção das criações de parasitoides.

Chrysodeixis includens

As lagartas foram obtidas nos municípios de Cascavel, PR e Tangará da Serra, MT. Foram criadas em recipientes plásticos de 100mL contendo dieta artificial de Morando (2014) adaptada a partir de Parra (2001). Os adultos foram acondicionados em gaiolas de PVC (20x40cm) e alimentados com a dieta líquida descrita acima. Os ovos com até 24h de idade foram destinados para os bioensaios e criações dos parasitoides.

2.1.2 *Trichogramma* sp.

As espécies *T. pretiosum* e *T. bruni* foram coletadas no município da Lapa, PR, mantidas em tubos de vidro (1,6cm x 15cm) e alimentadas com filetes de mel e

tiras de papel filtro embebido com água. A cada dois dias foram oferecidas cartelas de cartolina (0,5x3cm) contendo cerca de 200 ovos de *A. gemmatalis* para o parasitismo.

2.2 Bioensaios

Os bioensaios foram realizados a partir de parasitoides de ambas as espécies criadas em ovos de *A. gemmatalis* e testados nos hospedeiros *A. gemmatalis* e *C. includens*. Os indivíduos foram mantidos nas mesmas condições descritas anteriormente (2.1).

2.2.1 Parâmetros biológicos da 1ª geração

Foram realizadas 10 repetições com 50 ovos, colados ao acaso em cartelas de cartolina azul (0,5x3cm) e transferidos para tubos de vidro (1,0x10cm) contendo filetes de mel. Os ovos foram expostos ao parasitismo durante 24 horas na proporção de 1 fêmea para 10 ovos, totalizando cinco fêmeas por tubo. Avaliou-se a quantidade de ovos parasitados e de parasitoides emergidos e não emergidos, o tempo de desenvolvimento e a razão sexual.

2.2.2 Parâmetros biológicos da 2ª geração

A partir dos adultos emergidos na 1ª geração, foram escolhidos ao acaso 20 casais e individualizados em tubos de vidro (1,0x10cm) contendo filetes de mel e 20 ovos de até 24h colados em cartelas de cartolina azul (0,5x3cm). Após 24h as cartelas foram retiradas e avaliadas quanto à quantidade de ovos parasitados e de parasitoides emergidos e não emergidos, o tempo de desenvolvimento e a razão sexual.

2.2.3 Longevidade e capacidade reprodutiva

A partir dos adultos emergidos na 1ª geração, foram separados 40 casais ao acaso em tubos de vidro (1,0x10cm) e alimentados com mel. Desses, 20 casais foram mantidos sem ovos; para os outros 20 casais foram oferecidos diariamente 20 ovos

de até 24 horas, até a morte da fêmea. Foi avaliada a capacidade reprodutiva e comparada a longevidade dos casais dos tratamentos com e sem ovos.

2.3 Análises estatística

Os dados foram comparados a partir de um Modelo Linear Generalizado com distribuição de Quasi-Poisson ($P < 0,05$). A razão sexual foi calculada pelo número de fêmeas/nº total de indivíduos emergidos e analisadas através do teste de Qui-quadrado (χ^2) ($P < 0,05$). Para as análises foi utilizado o programa R 3.2.1 (R Core Team, 2016).

3 RESULTADOS

3.1 Parâmetros biológicos da 1ª geração

Trichogramma bruni foi menos eficiente do que *T. pretiosum* nos parâmetros biológicos em ovos de *A. gemmatalis* e *C. includens*, apresentando melhor desempenho no primeiro hospedeiro. O tempo de desenvolvimento dos parasitoides foi significativamente mais extenso em *C. includens*. *Trichogramma bruni* levou cerca de nove dias para atingir a idade adulta quando se desenvolveu em ovos de *A. gemmatalis*, já *T. pretiosum* levou oito dias ($n=20$; $p<0,001$) (Tabela 1). Quando criado em ovos de *C. includens*, *T. bruni* apresentou o maior tempo de desenvolvimento, 10 dias ($n=20$; $p<0,001$).

O parasitismo em ovos de *A. gemmatalis* foi maior para *T. pretiosum*, quando comparado a *T. bruni* ($n=20$; $p<0,001$). Porém, para ambas as espécies, a quantidade de ovos de *C. includens* parasitados não diferiu ($n=20$; $p=0,224$). A emergência de parasitoides foi maior em ambas as espécies quando criadas em *A. gemmatalis* ($n=20$; $p<0,001$) (Tabela 1). No entanto, a quantidade de adultos de *T. bruni* emergidos de ovos de *C. includens*, foi inferior à quantidade de ovos parasitados.

Quando avaliada a quantidade de parasitoides por ovo (total de parasitoides emergidos e não emergidos por ovo), *T. bruni* apresentou menor número de indivíduos em *A. gemmatalis* ($n=20$; $p<0,001$). Porém, ambas as espécies de parasitoides não diferiram quanto à quantidade de indivíduos por ovo, quando criadas em *C. includens* ($n=20$; $p=0,085$). A razão sexual não apresentou diferença estatística entre os parasitoides em ambos os hospedeiros (Tabela 1).

Tabela 1. Médias (\pm SEM) dos parâmetros biológicos da primeira geração de *Trichogramma bruni* e *Trichogramma pretiosum* nos hospedeiros *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens*, sob condições de laboratório, 25 ± 2 °C; UR $70 \pm 10\%$; Fotoperíodo 14:10 (claro:escuro). Razão de uma fêmea para 10 ovos de cada hospedeiro.

		<i>Trichogramma bruni</i>	<i>Trichogramma pretiosum</i>	P-valor
Tempo de desenvolvimento ovo-adulto (dias)	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	$9 \pm 0,003$	$8 \pm 0,003$	<0,001
	<i>Chrysodeixis includens</i>	$10,1 \pm 0,1$	$9,3 \pm 0,16$	<0,001
	P-valor	<0,001	<0,001	
Ovos parasitados	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	$23,8 \pm 1,27$	$43,2 \pm 0,66$	<0,001
	<i>Chrysodeixis includens</i>	$17 \pm 1,67$	$20,6 \pm 2,50$	0,224
	P-valor	0,009	<0,001	
Parasitoides emergidos	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	$34,9 \pm 3,72$	$98 \pm 4,97$	<0,001
	<i>Chrysodeixis includens</i>	$14,7 \pm 2,93$	$24,4 \pm 3,70$	0,039
	P-valor	<0,001	<0,001	
Parasitoide/ovo	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	$1,85 \pm 0,10$	$2,37 \pm 0,06$	<0,001
	<i>Chrysodeixis includens</i>	$1,95 \pm 0,17$	$1,57 \pm 0,06$	0,851
	P-valor	<0,001	<0,001	
Razão sexual	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	$0,67 \pm 0,05$	$0,71 \pm 0,07$	0,313
	<i>Chrysodeixis includens</i>	$0,81 \pm 0,04$	$0,68 \pm 0,07$	0,453
	P-valor	0,526	0,220	

Valores de P na vertical representam comparações entre as espécies de parasitoides no referente hospedeiro. Valores de P na horizontal representam comparações do parasitoide entre as espécies hospedeiras.

Dados comparados a partir de um Modelo Linear Generalizado Quasi-Poisson ($P < 0,05$).

Razão sexual comparada pelo teste de Qui-quadrado ($P < 0,05$).

3.2 Parâmetros biológicos da 2ª geração

O tempo de desenvolvimento dos parasitoides da segunda geração se apresentou de maneira semelhante, apesar do número amostral ter sido menor que o avaliado na primeira geração, os resultados assemelharam-se proporcionalmente. No entanto o desenvolvimento de *T. pretiosum* não diferiu entre os hospedeiros, cerca de 8 dias ($n=40$; $p=0,565$) (Tabela 2). A quantidade de ovos parasitados, assim como na primeira geração, não diferiu entre *T. bruni* e *T. pretiosum* em ovos de *C. includens* ($n=40$; $p=0,182$). Porém, as duas espécies apresentaram menor eficiência de parasitismo em ovos de *C. includens*, sendo que a quantidade de ovos de *A. gemmatalis* parasitados foi duas vezes maior ($n=40$; $p<0,001$) (Tabela 2). Assim como

na primeira geração, a quantidade de adultos emergidos de ovos de *C. includens* foi inferior à quantidade de ovos parasitados.

A quantidade de parasitoides por ovo de *A. gemmatalis* não diferiu entre as espécies hospedeiras (n=40; p=0,227). No entanto, em ovos de *C. includens*, *T. bruni* apresentou maior quantidade de indivíduos por ovo (n=40; p=0,009). Ambas as espécies de parasitoides não diferiram quanto à quantidade de parasitoides por ovo entre os hospedeiros (n=40; p=0,092 *T. bruni*; p=0,961 *T. pretiosum*).

Tabela 2. Médias (\pm SEM) dos parâmetros biológicos da segunda geração de *Trichogramma bruni* e *Trichogramma pretiosum* nos hospedeiros *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens*, sob condições de laboratório, 25 \pm 2 °C; UR 70 \pm 10%; Fotoperíodo 14:10 (claro:escuro). Razão de uma fêmea para 20 ovos de cada hospedeiro.

		<i>Trichogramma bruni</i>	<i>Trichogramma pretiosum</i>	P-valor
Tempo de desenvolvimento ovo-adulto (dias)	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	9,3 \pm 0,11	8,6 \pm 0,11	<0,001
	<i>Chrysodeixis includens</i>	10,4 \pm 0,14	8,7 \pm 0,10	<0,001
	P-valor	<0,001	0,565	
Ovos parasitados	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	8 \pm 0,87	12,6 \pm 0,60	<0,001
	<i>Chrysodeixis includens</i>	3,72 \pm 0,57	4,8 \pm 0,53	0,182
	P-valor	<0,001	<0,001	
Parasitoides emergidos	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	10,9 \pm 1,51	20,7 \pm 1,15	<0,001
	<i>Chrysodeixis includens</i>	2,6 \pm 0,42	6,5 \pm 0,77	<0,001
	P-valor	<0,001	<0,001	
Parasitoide/ovo	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	1,61 \pm 0,06	1,75 \pm 0,08	0,227
	<i>Chrysodeixis includens</i>	1,77 \pm 0,13	1,74 \pm 0,09	0,009
	P-valor	0,092	0,961	
Razão sexual	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	0,79 \pm 0,02	0,68 \pm 0,05	0,278
	<i>Chrysodeixis includens</i>	0,69 \pm 0,08	0,72 \pm 0,03	0,188
	P-valor	0,043	0,438	

Valores de P na vertical representam comparações entre as espécies de parasitoides no referente hospedeiro. Valores de P na horizontal representam comparações do parasitoide entre as espécies hospedeiras.

Dados comparados a partir de um Modelo Linear Generalizado Quasi-Poisson (P< 0,05).

Razão sexual comparada pelo teste de Qui-quadrado (P< 0,05).

Nas observações sobre a razão sexual, a quantidade de fêmeas de *T. bruni* emergidas de ovos de *A. gemmatalis* foi maior quando comparada com *C. includens* (n=40; p=0,043). Já na comparação entre os hospedeiros, não houve diferença significativa entre os parasitoides (n=40; p= 0,278 *A. gemmatalis*; p=0,188 *C. includens*).

3.3 Longevidade

As fêmeas de *T. bruni* na presença de ovos, quando criadas em *A. gemmatalis* apresentaram maior longevidade em relação às criadas em *C. includens* (n=40; p=0,025) (Tabela 3). Para os dois hospedeiros não houve diferença entre as fêmeas criadas na presença e ausência de ovos (n=40; p=0,4 *A. gemmatalis*; p=0,671 *C. includens*) (Tabela 3). Os machos de *T. bruni* em ovos de *A. gemmatalis* apresentaram maior longevidade que os criados em *C. includens* (n=40; p=0,002). A longevidade dos machos criados na presença de ovos de *A. gemmatalis* não diferiram em relação aos machos criados na ausência de ovos (n=40; p=0,349). Não houve tratamento com machos de *T. bruni* na ausência de ovos de *C. includens*.

Tabela 3. Médias (\pm SEM) da longevidade (em dias) de casais de *Trichogramma bruni* e *Trichogramma pretiosum* com ovos dos hospedeiros *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens* ofertados a cada 24h, sob condições de laboratório, 25 ± 2 °C; UR $70\pm 10\%$; Fotoperíodo 14:10 (claro:escuro).

	Fêmeas		P-valor	Machos		P-valor
	Com ovos	Sem ovos		Com ovos	Sem ovos	
<i>Trichogramma bruni</i>						
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	4 ± 0,40	1,9 ± 0,23	0,4	1,5 ± 0,11	1,3 ± 0,11	0,349
<i>Chrysodeixis includens</i>	2,7 ± 0,41	2,4 ± 0,22	0,671	1,1 ± 0,69	NA	NA
P-valor	0,025	0,119		0,002	NA	
<i>Trichogramma pretiosum</i>						
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	9,7 ± 0,58	5,2 ± 0,62	0,423	3,2 ± 0,33	2,6 ± 0,19	0,481
<i>Chrysodeixis includens</i>	8,2 ± 0,99	7,6 ± 0,84	0,063	2,25 ± 0,19	3,5 ± 0,51	0,773
P-valor	0,187	0,019		0,009	0,013	

Valores de P na vertical representam comparações entre o casal da espécie de parasitoides no referente hospedeiro. Valores de P na horizontal representam comparações do mesmo sexo de parasitoide entre as espécies hospedeiras. NA corresponde a valores inexistentes. Dados comparados a partir de um Modelo Linear Generalizado Quasi-Poisson ($P < 0,05$).

Para *T. pretiosum*, a longevidade das fêmeas com ovos, criadas em *A. gemmatalis* não diferiu das fêmeas em *C. includens* ($n=40$; $p=0,187$). Quando comparadas fêmeas dessa espécie, com e sem ovos, a longevidade não diferiu em ambos os hospedeiros ($n=40$; $p=0,423$ *A. gemmatalis*; $p=0,063$ *C. includens*).

A longevidade dos machos de *T. pretiosum* criados na presença e na ausência de ovos dos dois hospedeiros não apresentou diferença estatística ($n=40$; $p=0,481$ *A. gemmatalis*; $p=0,773$ *C. includens*). Os machos com ovos de *C. includens* apresentaram maior longevidade que os que estavam com o hospedeiro *A. gemmatalis* ($n=40$; $p=0,009$), já os mantidos na ausência de ovos viveram mais quando criados em *C. includens* ($n=40$; $p=0,013$) (Tabela 3).

3.4 Capacidade reprodutiva

No geral, a capacidade de parasitismo de *T. bruni* foi cinco vezes menor que *T. pretiosum*. No entanto, quando comparado entre os hospedeiros, em *A. gemmatalis* *T. bruni* e *T. pretiosum* parasitaram cerca de três vezes mais durante a vida do que em ovos de *C. includens* (n=34; p<0,001) (Tabela 4).

Tabela 4. Médias (\pm SEM) do parasitismo acumulado até a morte das fêmeas de *Trichogramma bruni* e *Trichogramma pretiosum* nos hospedeiros *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens*, sob condições de laboratório, 25 ± 2 °C; UR $70\pm 10\%$; Fotoperíodo 14:10 (claro:escuro). Razão de uma fêmea para 20 ovos ofertados a cada 24h.

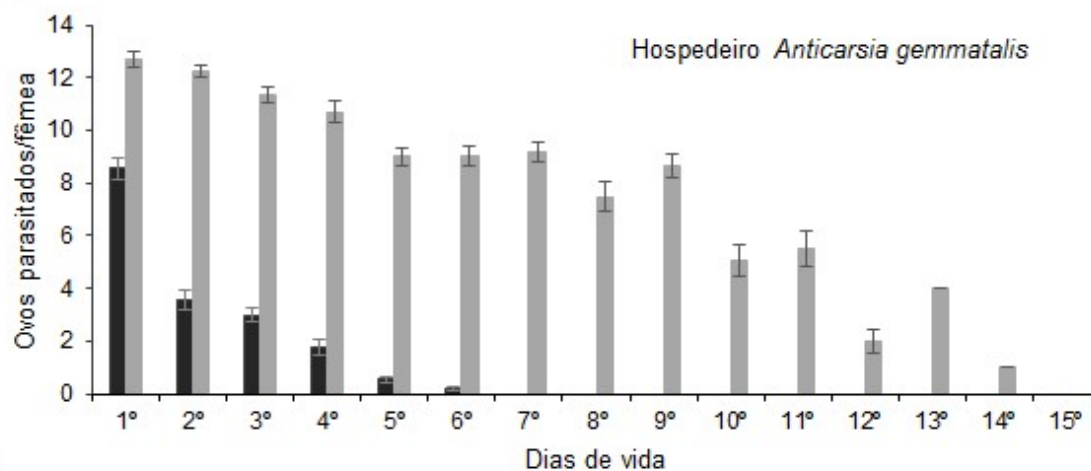
Capacidade Reprodutiva			
	<i>Trichogramma bruni</i>	<i>Trichogramma pretiosum</i>	P-valor
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	17,4 \pm 1,78	90,6 \pm 6,45	<0,001
<i>Chrysodeixis includens</i>	5,4 \pm 0,99	26,15 \pm 4,53	<0,001
P-valor	<0,001	<0,001	

Valores de P na vertical representam comparações entre as espécies de parasitoides no referente hospedeiro. Valores de P na horizontal representam comparações do parasitoide entre as espécies hospedeiras.

Dados comparados a partir de um Modelo Linear Generalizado Quasi-Poisson (P< 0,05).

O parasitismo das duas espécies em ovos de *A. gemmatalis* ocorreu de maneira linear, diminuindo ao longo da vida dos parasitoides (Figura 1). Neste hospedeiro, *T. bruni* teve seu pico de parasitismo no primeiro dia, com média de oito ovos parasitados. No segundo dia, o parasitismo caiu pela metade, diminuindo até o final da vida. O parasitismo por *T. pretiosum* foi em média, mais que oito ovos por dia até o nono dia de parasitismo, decaindo posteriormente, o que coincidiu com a média do tempo de vida das fêmeas da população (Figura 1).

1a



1b

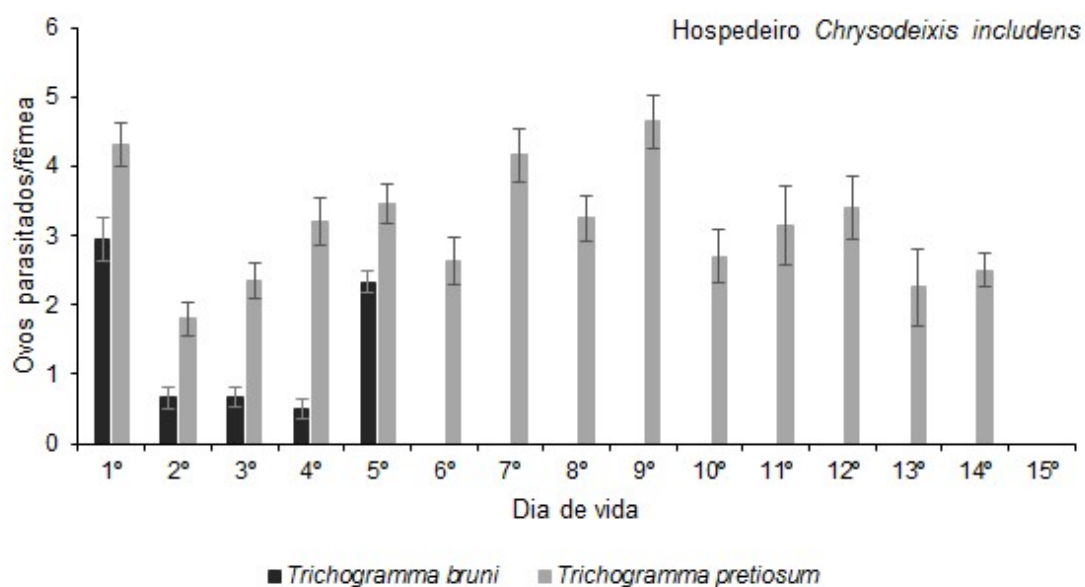


Figura 1. Média (\pm SEM) de ovos de *Anticarsia gemmatalis* (1a) e *Chrysodeixis includens* (1b) parasitados durante a vida de fêmeas de *Trichogramma bruni* e *Trichogramma pretiosum*, sob condições de laboratório, 25 ± 2 °C; UR $70 \pm 10\%$; Fotoperíodo 14:10 (claro:escuro). Razão de uma fêmea para 20 ovos ofertados a cada 24h.

O parasitismo em ovos de *C. includens* apresentou grande oscilação no decorrer dos dias, com pico de parasitismo de *T. pretiosum* no nono dia. *Trichogramma bruni* apresentou grande quantidade de ovos parasitados no primeiro e último dia (Figura 1).

4 DISCUSSÃO

Ambos os parasitoides apresentaram reduzida eficiência nos aspectos avaliados, quando parasitavam ovos de *Chrysodeixis includens*. O tempo de desenvolvimento de *T. bruni* e *T. pretiosum* em ovos de *C. includens* foi em média um dia maior quando comparado com o desenvolvimento em ovos de *A. gemmatalis*. Demonstrando que a qualidade dos ovos de *C. includens* pode não apresentar condições de nutrição adequadas para as espécies de parasitoides testadas, necessitando de um maior tempo de desenvolvimento (GRENIER, 1994). Além disso, um maior tempo de desenvolvimento implica em um menor número de gerações em campo, diminuindo a eficiência do parasitoide (BUENO et al., 2009a).

O parasitismo das duas espécies foi menor em ovos de *C. includens*, o que poderia estar relacionado à criação em ovos de *A. gemmatalis*, porém, na segunda geração a quantidade de ovos parasitados diminuiu proporcionalmente, de uma geração para outra, demonstrando menor adaptação a *C. includens*. Dias et al. (2008) testando *T. bruni* em diferentes hospedeiros também observaram a diminuição na taxa de parasitismo durante 10 gerações nos hospedeiros *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) e *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1789) (Lepidoptera: Gelechiidae). O parasitoide apresentou bom desempenho apenas em ovos de *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1866) (Lepidoptera: Pyralidae).

Quando avaliada a quantidade de adultos emergidos, Dias et al. (2008) utilizando *T. bruni* em diferentes hospedeiros e Bueno et al. (2009b) utilizando *T. pretiosum* nos mesmos hospedeiros deste estudo, observaram taxas de emergência próximas a 100%. Na presente pesquisa o mesmo não se repetiu quando *T. bruni* parasitou *C. includens*, onde o número de adultos emergidos foi inferior ao de ovos parasitados em ambas as gerações. Uma menor quantidade de indivíduos emergindo, mostra que o hospedeiro não foi apropriado para que o parasitoide completasse seu desenvolvimento (BUENO et al., 2009a). Cônsoli et al. (1999) observaram que ovos de alguns hospedeiros tendem a dessecar mais do que outros devido a diferenças na composição do córion e na quantidade de poros, o que pode afetar o desenvolvimento dos parasitoides.

A quantidade de adultos de *T. bruni* emergidos em ovos de *C. includens* foi maior quando comparado a *A. gemmatalis*. Para *T. pretiosum*, houve maior emergência em ovos de *A. gemmatalis* que em *C. includens*. Bueno et al. (2009b),

também observaram maior quantidade de parasitoides de *T. pretiosum* em ovos de *A. gemmatalis*, apesar da diferença não ser significativa, no entanto, a quantidade de parasitoides por ovo encontrada por esses autores, aproximadamente um, foi inferior à deste estudo onde foram registrados aproximadamente dois parasitoides por ovo. Isso pode estar relacionado à quantidade de ovos depositados pela fêmea durante o parasitismo e também devido à competição por nutrientes (PARRA, 1997).

Na primeira geração, o número de fêmeas de *T. bruni* que emergiram de ovos de *C. includens* foi maior que em todos os outros tratamentos. Na segunda geração a quantidade de machos foi maior, sendo a razão sexual afetada pela qualidade do hospedeiro. Nesse sentido, o mesmo não foi adequado para oviposições de fêmeas, demonstrando menor qualidade do hospedeiro (VINSON, 1997; FERNANDES et al., 1999; PRATISSOLI & PARRA, 2001). Fêmeas de *Trichogramma* escolhem quantos ovos e a qual sexo darão origem antes do parasitismo, conforme a qualidade do hospedeiro, o que também pode influenciar na capacidade do parasitoide macho ou fêmea sobreviver dentro do ovo hospedeiro (VINSON, 1997). As razões sexuais no presente estudo variaram entre 0,67 a 0,81, diferindo do trabalho de Bueno et al. (2009b), onde *T. pretiosum* em ovos de *C. includens* apresentou razão de 0,66 e em ovos de *A. gemmatalis* foi de 0,37. Essas diferenças podem estar relacionadas às linhagens dos parasitoides. A linhagem utilizada neste estudo foi coletada na região sudeste do Paraná e pode apresentar carga genética diferenciada, visto que linhagens podem apresentar diferenças quanto ao desempenho, comportamento e tolerância ao ambiente (HASSAN, 1989).

As fêmeas de *T. bruni* criadas em ovos de *A. gemmatalis* apresentaram maior longevidade, confirmando que fêmeas que emergem de hospedeiros maiores são mais fecundas e vivem mais que fêmeas que emergem de hospedeiros menores, como é o caso de *C. includens* (BAI et al., 1992; HONDA & LUCK, 2001). Porém, quando comparada a longevidade entre as espécies de parasitoides, *T. pretiosum* demonstrou maior tempo de vida. Assim como as fêmeas de *T. pretiosum* não diferiram quanto à longevidade em relação ao hospedeiro em que foram criadas, o que enfatiza a plasticidade e a resistência desse parasitoide que está associado a mais de 240 espécies hospedeiras (PINTO, 1999).

A capacidade reprodutiva de *T. bruni* foi um quinto da apresentada por *T. pretiosum*, nos hospedeiros utilizados, visto que ambos são pragas de agroecossistemas onde *T. pretiosum* é predominante (ZUCCHI et al., 2010). Já *T.*

bruni apresenta melhor desempenho em ambientes florestais, como registrado por Querino & Zucchi (2002) em um levantamento com armadilhas em parques florestais, onde a espécie foi a mais abundante.

5 CONCLUSÕES

Nas condições experimentais descritas, conclui-se que:

- *Trichogramma bruni* é capaz de parasitar ovos de *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens*;
- *Trichogramma pretiosum* parasita ovos de *C. includens*, porém com menor eficiência que em *A. gemmatalis*.
- Os parâmetros avaliados neste estudo demonstraram que apesar de ocorrer naturalmente em pragas da cultura da soja, *T. bruni* é menos eficiente que *T. pretiosum*;
- As espécies de parasitoides apresentaram melhor desempenho em ovos de *A. gemmatalis*;
- *T. bruni* apresenta dificuldade de manter populações em ovos de *C. includens* em condições de laboratório.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVALOS, D.S.; MANGEAUD, A.; VALLADARES, G.R. Parasitism and Food Web Structure in Defoliating Lepidoptera – Parasitoid Communities on Soybean. **Neotropical entomology**. p. 1-6, 2016.

AVANCI, M.R.F.; FOERSTER, L.A., CAÑETE, C.L. Natural parasitism in eggs of *Anticarsia gemmatilis* Hübner (Lepidoptera, Noctuidae) by *Trichogramma* spp. (Hymenoptera, Trichogrammatidae) in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**. v. 49, p. 148-151, 2005.

BAI, B.; LUCK, R.F.; FORSTER, L.; STEPHENS, B.; JANSSEN, J.M. The effect of host size on quality attributes of the egg parasitoid, *Trichogramma pretiosum*. **Entomologia experimentalis et applicata**. v.64, n.1, p.37-48, 1992.

BALE, J.S.; VAN LENTEREN, J.C.; BIGLER, F. Biological control and sustainable food production. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**. v. 363, n. 1492, p. 761-776, 2008.

BUENO, R.C.O.F.; PARRA, J.R.; BUENO, A.F.; HADDAD, M.L. Desempenho de tricogramatídeos como potenciais agentes de controle de *Pseudoplusia includens* Walker (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**. v.38, n.3, p.389-394, 2009a.

BUENO, R.C.O.F.; PARRA, J.R.P.; BUENO, A.F. Biological characteristics and thermal requirements of a Brazilian strain of the parasitoid *Trichogramma pretiosum* reared on eggs of *Pseudoplusia includens* and *Anticarsia gemmatilis*. **Biological Control**. v.51, n.3, p.355-361, 2009b.

BUENO, R.C.O.F.; PARRA, J.R.P.; BUENO, A.F.; MOSCARDI, F.; OLIVEIRA, J.R.G.; CAMILLO, M.F. Sem barreira. **Revista Cultivar**. v. 93, p. 12-15, 2007.

CAÑETE, C.L.; FOERSTER, L.A. Incidência natural e biologia de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em ovos de *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818 (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira Entomologia**. v. 47, p. 201-204, 2003.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília – Conab, v. 3, n. 12, 182p, 2016.

CÔNSOLI, F.L.; KITAJIMA, E.W.; PARRA, J.R.P. Ultrastructure of the natural and factitious host eggs of *Trichogramma galloi* Zucchi and *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **International Journal of Insect Morphology and Embryology**. v.28, n.3, p.211-231, 1999.

DIAS, N.S.; PARRA, J.R.P.; LIMA, T.C.C. Selection of factitious hosts for three neotropical trichogrammatid species. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 43, n. 11, p. 1467-1473, 2008.

FERNANDES, M.G.; BUSOLI, A.C.; DEGRANDE, P.E. Natural parasitism of *Alabama argillacea* Hüb. and *Heliothis virescens* Fab. (Lep.: Noctuidae) by *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae) on cotton in the State of Mato Grosso do Sul. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. v.28, n.4, p.695-701, 1999.

FOERSTER, L.A.; AVANCI, M.R.F. Egg parasitoids of *Anticarsia gemmatilis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) in soybeans. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. v. 28, n. 3, p. 545-548, 1999.

FOERSTER, L.A.; BUTNARIU, A.R. Development, reproduction, and longevity of *Telenomus cyamophylax*, egg parasitoid of the velvetbean caterpillar *Anticarsia gemmatilis*, in relation to temperature. **Biological Control**. v. 29, n. 1, p. 1-4, 2004.

GREENE, G.L.; LEPLA, N.C.; DICKESON, W.A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**. v. 69, p. 488-497, 1976.

GRENIER, S. Rearing of *Trichogramma* and other egg parasitoids on artificial diets. In: WAJNBERG, E.; HASSAN, S.A. **Biological control with egg parasitoid**. Wallingford: CAB International, 1994. 286p.

HASSAN, S.A. Selection of suitable *Trichogramma* strains to control the codling moth *Cydia pomonella* and the two summer fruit tortrix moths *Adoxophyes orana*, *Pandemis heparana* [Lep.: Tortricidae]. **Entomophaga**. v.34, n.1, p.19-27, 1989.

HASSAN, S.A. Strategies to select *Trichogramma* species for use in biological control. **Biological control with egg parasitoids**. p. 55-71, 1994.

HOFFMAN-CAMPO, C. B.; OLIVEIRA, E. B.; MOSCARDI, F. **Criação massal da lagarta da soja *Anticarsia gemmatilis***. Londrina: Embrapa. 1985. Documentos No. 10.

HONDA, J.Y.; LUCK, R.F. Interactions between host attributes and wasp size: a laboratory evaluation of *Trichogramma platneri* as an augmentative biological control agent for two avocado pests. **Entomologia experimentalis et applicata**. v.100, n.1, p.1-13, 2001.

MAGANO, D.A.; GRUTZMACHER, A.D.; ARMAS, F.S.; PAULUS, L.F.; PANOZZO, L.E.; MENTNECH, K.J.; ZOTTI, M.J. Evaluating the selectivity of registered fungicides for soybean against *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **African Journal of Agricultural Research**. v. 10, n. 40, p. 3825-3831, 2015.

MORANDO, R. Resistência de genótipos de feijoeiro a *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae). Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP. Botucatu. 2014.

MOSCARDI, F.; BUENO, A.F.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; ROGGIA, S.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; POMARI, A.F.; CORSO, I.C.; YANO, S.A.C. Artrópodes que atacam as folhas de soja. p. 213-334. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA,

S.B.; MOSCARDI, F. **Soja - Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-praga**. Embrapa. Brasília - DF. 2012. 859p.

NAGARAJA, H. Descriptions of new Trichogrammatidae (Hymenoptera) from Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*. v. 43, p. 37-44, 1983.

PARRA, J.R.P. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. **Trichogramma e o Controle Biológico Aplicado**. FEALQ, Piracicaba. 1997. 354p.

PARRA, J.R.P. **Técnicas de criação de insetos para programa de controle biológico**. 6. ed. Piracicaba: FEALQ. 2001. 134 p.

PARRA, J.R.P. Mass Rearing of Egg Parasitoids for Biological Control Programs. p. 267-292. In: CONSOLI, F.L.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on Trichogramma**. Springer Netherlands. 2010. 482p.

PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. *Trichogramma* in Brazil: feasibility of use after twenty years of research. **Neotropical Entomology**. v. 33, n. 3, p. 271-281, 2004.

PINTO, J.D. Systematics of the North American species of *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Memorial of Entomology Society Washington**. v.101, n.22, p.1-287, 1999.

PRATISSOLI, D; PARRA, J.R.P. Seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle das traças *Tuta absoluta* (Meyrick) e *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**. v.30, n.2, p.277-282, 2001.

PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R.A.; DALVI, L.P.; DA SILVA, A.F.; DE MELO, D.F.; CELESTINO, F.N. First report of parasitism of the *Trichogramma bruni* Nagaraja (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in eggs of *Urbanus proteus* (L.) (Lepidoptera: Hesperidae) in snap beans (*Phaseolus vulgaris*) (L.). **Neotropical Entomology**. v. 36, p. 487-488, 2007.

QUERINO, R.B.; ZUCCHI, R.A. Intraspecific variation in *Trichogramma bruni* Nagaraja, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) associated with different hosts. **Brazilian Journal of Biology**. v. 62, n. 4A, p. 665-679, 2002.

R Core Team R: A language and environment for statistical computing. R. Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL<<https://www.R-project.org/>> 2016.

SMITH, S.M. Biological control with *Trichogramma*: advances, successes, and potential of their use. **Annual review of entomology**. v. 41, n. 1, p. 375-406, 1996.

SONG, F.; SWINTON, S.M. Returns to integrated pest management research and outreach for soybean aphid. **Journal of Economic Entomology**. v. 102, n. 6, p. 2116-2125, 2009.

STINNER, R.E. Efficacy of inundative releases. **Annual review of entomology**. v. 22, n. 1, p. 515-531, 1977.

USDA - United States Department of Agriculture. **Oilseeds and Production Update**. Brasília - GAIN Report BR1605. 2016.

VALVERDE, L.; QUERINO, R.B.; VIRLA, E.G. First record of *Rachiplusia nu* (Lepidoptera: Noctuidae) as host of the egg parasitoid *Trichogramma bruni* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Acta zoológica lilloana**. v. 58, n. 2, p. 250-252, 2014.

VALVERDE, L.; VIRLA, E.G.; QUERINO, R. Primera cita de *Trichogramma bruni* Nagaraja (Hymenoptera: Trichogrammatidae) en el cultivo de soja del noroeste argentino (Thcumán), con mención de un nuevo hospedador. **Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas**. v. 35, n. 1, p. 25-28, 2009.

VAN LENTEREN, J.C.; BUENO, V.H.P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **BioControl**. v. 48, n. 2, p. 123-139, 2003.

VINSON, S.B., 1997. Comportamento de seleção hospedeira de parasitóides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. **Trichogramma e o Controle Biológico Aplicado**. FEALQ, Piracicaba. 1997. 354p.

ZUCCHI, R.A.; QUERINO, R.B.; MONTEIRO, R.C. Diversity and hosts of *Trichogramma* in the New World, with emphasis in South America. p. 219-236. In: CONSOLI, F.L.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on Trichogramma**. Springer Netherlands. 2010. 482p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A agricultura nos últimos 30 anos foi palco para várias inovações tecnológicas que visavam o incremento da produção, principalmente com a diminuição das pragas em geral. Ao mesmo tempo que as novas técnicas eram executadas, o MIP era relegado pelos agricultores e suas práticas esquecidas. Após tantas mudanças no manejo, este trabalho buscou verificar a composição atual da entomofauna de lepidópteros e parasitoides da cultura da soja.

O estudo mostrou que o MIP ainda é uma prática adequada para a cultura da soja e quando seus princípios são seguidos adequadamente, pode-se esperar uma redução natural na incidência de lepidópteros pragas pelos seus inimigos naturais, como entomopatógenos e parasitoides. Mostrando que áreas onde ocorre a diminuição da utilização de inseticidas e fungicidas, os fungos entomopatogênicos e a entomofauna benéfica não é afetada.

Diferente de áreas com aplicações abusivas de inseticidas, onde o complexo de pragas pode sofrer alterações. Na área onde o produtor fez o manejo com a utilização da variedade transgênica RR, fungicidas, herbicidas e inseticidas, houve alteração na composição do complexo de pragas e mesmo com a elevada quantidade de aplicações, se manteve durante todas as coletas.

Neste estudo foi também verificada a ocorrência de mais uma espécie de parasitoide de ovos na cultura da soja, *Trichogramma bruni*. Totalizando seis espécies descritas ocorrendo naturalmente na cultura. Este parasitoide mostrou-se capaz de controlar as duas pragas chaves da soja, *Anticarsia gemmatilis* e *Chrysodeixis includens*. Apesar de controlar ambas as pragas, *T. bruni* mostrou-se menos eficaz que parasitoide usado comercialmente *Trichogramma pretiosum*. A ocorrência natural dessa nova espécie na área onde não houve aplicação de inseticidas pode demonstrar sua sensibilidade aos produtos aplicados atualmente na cultura. Nesse sentido, além do controle das pragas, a menor utilização de defensivos também possibilita a ocupação e desenvolvimento de espécies mais sensíveis que são capazes de controlar os lepidópteros antes mesmo da eclosão das larvas, evitando danos.

A partir desse trabalho pode-se verificar que em ambientes onde os inimigos naturais são conservados, o controle de pragas ocorre de maneira natural e contínua, possibilitando a ocorrência de espécies de insetos benéficos mais sensíveis às

aplicações de agrotóxicos. Sendo assim, possível a diminuição de gastos com insumos de controle de pragas e consequentemente reduzir a contaminação ambiental, mostrando ser possível se praticar uma agricultura sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGEL, A.S.M. Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable. **Agricultura Técnica**. v. 54, n. 4, p. 371-386, 1994.

AVALOS, D.S.; MANGEAUD, A.; VALLADARES, G.R. Parasitism and Food Web Structure in Defoliating Lepidoptera – Parasitoid Communities on Soybean. **Neotropical Entomology**. p. 1-6, 2016.

AVALOS, S.; MAZZUFERI, V.; PORTA, N.; SERRA, G.; BERTA, C. El complejo parasítico (Hymenoptera y Diptera) de larvas de *Anticarsia gemmatalis* Hüb. y *Rachiplusia nu* Guen. (Lepidoptera: Noctuidae) en alfalfa y soja. **Agriscientia**. v. 21, n. 2, 2004.

AVANCI, M.R.F.; FOERSTER, L.A.; CAÑETE, C.L. Natural parasitism in eggs of *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera, Noctuidae) by *Trichogramma* spp. (Hymenoptera, Trichogrammatidae) in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**. v. 49, p. 148-151, 2005.

ÁVILA, C.J.; VIVAN, L.M.; TOMQUELSKI, G.V. **Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas**. Embrapa Agropecuária Oeste. 2013. Circular Técnica 23.

BACCI, L.; CRESPO, A.L.B.; GALVAN, T.L.; PEREIRA, E.J.G.; PICANÇO, M.C.; SILVA, G.A.; CHEDIAK, M. Toxicity of insecticides to the sweet potato whitefly (Hemiptera: Aleyrodidae) and its natural enemies. **Pest Management Science**. v. 63, p. 699-706, 2007.

BAI, B.; LUCK, R.F.; FORSTER, L.; STEPHENS, B.; JANSSEN, J.M. The effect of host size on quality attributes of the egg parasitoid, *Trichogramma pretiosum*. **Entomologia experimentalis et applicata**. v.64, n.1, p.37-48, 1992.

BALE, J.S.; VAN LENTEREN, J.C.; BIGLER, F. Biological control and sustainable food production. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**. v. 363, n. 1492, p. 761-776, 2008.

BERNARDI O; MALVESTITI, G.S.; DOURADO, P.M.; OLIVEIRA, W.S.; MARTINELLI, S.; BERGER, G.U.; HEADC, G.P.; OMOTO, C. Assessment of the high-dose concept and level of control provided by MON 87701× MON 89788 soybean against *Anticarsia gemmatalis* and *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Pest Management Science**. v. 68, n. 7, p. 1083-1091, 2012.

BERTI FILHO, E.; CIOCIOLA, A.I. Parasitóides ou Predadores? Vantagens e desvantagens. p. 29-43. In: Parra, J.R.P.; Botelho, P.S.M.; Corrêa-Ferreira, B.S.; Bento, J.M.S. **Controle Biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. Manole: São Paulo - SP. 2002. 635p.

BOETHEL, D.J.; MINK, J.S.; WIER, A.T.; THOMAS, J.D.; LEONARD, B.R.; GALLARDO, F. Management of Insecticide Resistant Soybean Loopers (*Pseudoplusia includens*) in the southern United States. **Pest management in Soybean**. p.66-87, 1992.

BRAIBANTE, M.E.F.; ZAPPE, J.A. A química dos agrotóxicos. **Química Nova Na Escola**. v. 34, n. 1, p. 10-15, 2012.

BUENO, A.F.; BATISTELA, M.J.; MOSCARDI, F. **Níveis de desfolha tolerados na cultura da soja sem ocorrência de prejuízos à produtividade**. Embrapa Soja. 2010. Circular Técnica 79.

BUENO, A.F.; PANIZZI, A.R.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; GAZZONI, D.L.; HIROSE, E.; MOSCARDI, F.; CORSO, I.C.; OLIVEIRA, L.J.; ROGGIA, S. Histórico e Evolução do Manejo Integrado de Pragas da Soja no Brasil. p. 37-74. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, S.B.; MOSCARDI, F. **Soja - Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-praga**. Embrapa. Brasília - DF. 2012. 859p.

BUENO, A.F.; PAULA-MORAES, S.V.; GAZZONI, D.L.; POMARI, A.F. Economic Thresholds in Soybean-Integrated Pest Management: old concepts, current adoption, and adequacy. **Neotropical Entomology**. v. 42, p. 439-447, 2013.

BUENO, R.C.O.F.; PARRA, J.R.; BUENO, A.F.; HADDAD, M.L. Desempenho de tricogramatídeos comopotenciais agentes de controle de *Pseudoplusia includens* Walker (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**. v.38, n.3, p.389-394, 2009a.

BUENO, R.C.O.F.; PARRA, J.R.P.; BUENO, A.F. Biological characteristics and thermal requirements of a Brazilian strain of the parasitoid *Trichogramma pretiosum* reared on eggs of *Pseudoplusia includens* and *Anticarsia gemmatilis*. **Biological Control**. v.51, n.3, p.355-361, 2009b.

BUENO, R.C.O.F.; PARRA, J.R.P.; BUENO, A.F.; MOSCARDI, F.; OLIVEIRA, J.R.G.; CAMILLO, M.F. Sem barreira. **Revista Cultivar**. v. 93, p. 12-15, 2007.

CAGLIARI, D.; GUEDES, J.V.C.; TOMAZI, B.R.; BARBIERI, M.; STACKE, R.F.; SCHUSTER, A. Levantamento de espécies de lagartas desfolhadoras na cultura da soja no estado do Paraná. **Anais do XVI Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão**. Santa Maria – RS. 2012.

CÂMARA, G.M.S. **Efeito do fotoperíodo e da temperatura no crescimento, florescimento e maturação de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W.; RODRIGUES, G.S. Evolução, situação atual, projeção e perspectiva de sucesso de um programa de racionalização do uso de agrotóxicos no Brasil. p. 43-49. In: RODRIGUES, G.S. **Racionalización Del uso de pesticidas en El conosur**. Procisur. 1998. 90p.

CAÑETE, C.L.; FOERSTER, L.A. Incidência natural e biologia de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira Entomologia**. v. 47, p. 201-204, 2003.

CARNEIRO, E.; CUZZI, C.; LINK, S.; VILANI, A.; SARTORI, C.; ONOFRE, S. B. Entomofauna associada à cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) (Fabaceae) conduzida em sistema orgânico. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**. v. 3, n. 3, 2010.

CARNEIRO, G.E.S.; PÍPOLO, A.E.; MELO, C.L.P.; LIMA, D.; FOLONI, J.S.S.; MIRANDA, L.C.; PETEK, M.R.; BORGES, R.S. **Cultivares de soja, macrorregiões 1, 2 e 3 - Centro-Sul do Brasil**. Embrapa-Soja. 1ed. 2014.

CERDEIRA, A.L.; GAZZIERO, D.L.; DUKE, S.O. MATALLO, M.B.; SPADOTTO, C.A. Review of potential environmental impacts of transgenic glyphosate-resistant soybean in Brazil. **Journal of Environmental Science and Health Part B**. v. 42, n. 5, p. 539-549, 2007.

CHIARADIA, L.A.; REBONATTO, A.; SMANIOTTO, M.A.; DAVILA, M.R.F.; NESI, C.N. Artropodofauna associada às lavouras de soja. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. v. 10, n. 1, p. 29-36, 2011.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília – Conab, v. 3, n. 12, 182p, 2016b.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Séries Histórica de Área Plantada - Soja. 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos> Acesso em: 20/05/2016a.

CÔNSOLI, F.L.; KITAJIMA, E.W.; PARRA, J.R.P. Ultrastructure of the natural and factitious host eggs of *Trichogramma galloi* Zucchi and *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **International Journal of Insect Morphology and Embryology**. v.28, n.3, p.211-231, 1999.

CONTE, O.; OLIVEIRA, F.T.; HARGER, N.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; ROGGIA, S. **Resultados do manejo integrado de pragas da soja na safra 2014/15 no Paraná**. Embrapa Soja. 2015. Documentos No. 361.

CORRÊA-FERREIRA, B.S. Amostragem de pragas da soja. p. 631-672. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, S.B.; MOSCARDI, F. **Soja - Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-praga**. Embrapa. Brasília - DF. 2012. 859p.

CRIALESI-LEGORI, P.C.B.; DAVOLOS, C.C.; LEMES, A.R.N.; MARUCCI, S.C.; LEMOS, M.V.F.; FERNANDES, O.A.; DESIDÉRIO, J.A. Interação de proteínas Cry1 e Vip3A de *Bacillus thuringiensis* para controle de lepidópteros-praga. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 49, n. 2, p. 79-87, 2014.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K.C.; VIVAN, L.M.; GUIMARÃES, H.O.; CARVALHAIS, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 43, n. 1, p. 110-113, 2013.

DA LUZ, P.M.C.; DE AZEVEDO FILHO, W.S.; SPECHT, A. Caracterização morfológica dos estágios imaturos de *Rachiplusia nu* (Guenée, 1852) (Lepidoptera: Noctuidae: Plusiinae) e lista de plantas hospedeiras. **Caderno de Pesquisa**. v. 26, n. 3, p. 65-76, 2014.

DIAS, N.S.; PARRA, J.R.P.; LIMA, T.C.C. Selection of factitious hosts for three neotropical trichogrammatid species. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 43, n. 11, p. 1467-1473, 2008.

DIDONET, J.; FRAGOSO, D.D.B.; PELUZIO, J.M.; SANTOS, G.R. Flutuação populacional de pragas e seus inimigos. **Acta amazônica**. v. 28, n. 1, p. 67-74, 1998.

DIDONET, J.; SARMENTO, R.D.A.; AGUIAR, R.W.D.S.; SANTOS, G.; ERASMO, E.A.L. Abundância de pragas e inimigos naturais em soja na região de Gurupi, Brasil. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**. v. 69, p. 50-57, 2003.

DUKE, S.O.; CERDEIRA, A.L. Transgenic herbicide-resistant crops: current status and potential for the future. **Outlooks on Pest Management**. v. 16, n. 5, p. 208-211, 2005.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Technology of production of edible flours and protein products from soybeans. Services Bulletin No. 97, 1992. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/t0532e/t0532e00.htm#con>> Acesso em: 27/05/2016.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E.; BURMOOD, D.T.; PENNINGTON, J.S. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**. v. 11, p. 929-931, 1971.

FERNANDES, M.G.; BUSOLI, A.C.; DEGRANDE, P.E. Natural parasitism of *Alabama argillacea* Hüb. and *Heliothis virescens* Fab. (Lep.: Noctuidae) by *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae) on cotton in the State of Mato Grosso do Sul. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. v.28, n.4, p.695-701, 1999.

FIDELIS, R.R.; ROCHA, R.N. C.; LEITE, U.T.; TANCREDI, F.D. Alguns aspectos do plantio direto para a cultura da soja. **Bioscience Journal**. v. 19, n. 1, p. 23-31, 2003.

FOERSTER, L.A.; AVANCI, M.R.F. Egg parasitoids of *Anticarsia gemmatilis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) in soybeans. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. v. 28, n. 3, p. 545-548, 1999.

FOERSTER, L.A.; BUTNARIU, A.R. Development, reproduction, and longevity of *Telenomus cyamophylax*, egg parasitoid of the velvetbean caterpillar *Anticarsia gemmatilis*, in relation to temperature. **Biological Control**. v. 29, n. 1, p. 1-4, 2004.

FOERSTER, L.A.; BUTNARIU, A.R. Development, reproduction, and longevity of *Telenomus cyamophylax*, egg parasitoid of the velvetbean caterpillar *Anticarsia gemmatilis*, in relation to temperature. **Biological Control**. v. 29, n. 1, p. 1-4, 2004.

FORMENTINI, A.C. **Lepidópteros associados à cultura da soja: diversidade e parasitismo natural por insetos e fungos entomopatogênicos**. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul. 2009.

FORMENTINI, A.C.; SOSA-GÓMEZ, D.R. PAULA-MORAES, S.V.; BARROS, N.M.; SPECHT, A. Lepidoptera (Insecta) associated with soybean in Argentina, Brazil, Chile and Uruguay. **Ciência Rural**. v. 45, n. 12, p. 2113-2120, 2015.

GAZZONI, D.L. **Manejo de Pragas da Soja: Uma abordagem histórica**. Embrapa-CNPSO. 1994. Documentos, No.78.

GAZZONI, D.L. Perspectivas do Manejo de Pragas. p. 789-829. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, S.B.; MOSCARDI, F. **Soja - Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-praga**. Embrapa. Brasília - DF. 2012. 859p.

GENT, D.H.; WOLF, E.; PETHYBRIDGE, S.J. Perceptions of risk, risk aversion, and barriers to adoption of decision support systems and Integrated Pest Management: an introduction. **The American Phytopathological Society**. v.101, n. 6, p. 640-643, 2011.

GIOLO, F.P.; GRÜTZMACHER, A.D.; PROCÓPIO, S.O.; MANZONI, C.G.; LIMA, C.A.B.; NÖRNBERG, S.D. Seletividade de formulações de Glyphosate a *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Planta Daninha**. v. 23, n. 3, p. 457-462, 2005.

GOODMAN, D.; SORJ, B.; WILKINSON, J. **Da lavoura às biotecnologias: agricultura e indústria no sistema internacional**. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais. 2008. 204 p.

GREENE, G.L.; LEPLA, N.C.; DICKESON, W.A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**. v. 69, p. 488-497, 1976.

GRENIER, S. Rearing of *Trichogramma* and other egg parasitoids on artificial diets. In: WAJNBERG, E.; HASSAN, S.A. **Biological control with egg parasitoid**. Wallingford: CAB International, 1994. 286p.

HASSAN, S.A. Selection of suitable *Trichogramma* strains to control the codling moth *Cydia pomonella* and the two summer fruit tortrix moths *Adoxophyes orana*, *Pandemis heparana* [Lep.: Tortricidae]. **Entomophaga**. v.34, n.1, p.19-27, 1989.

HASSAN, S.A. Strategies to select *Trichogramma* species for use in biological control. **Biological control with egg parasitoids**. p. 55-71, 1994.

HOFFMAN-CAMPO, C. B.; OLIVEIRA, E. B.; MOSCARDI, F. **Criação massal da lagarta da soja *Anticarsia gemmatilis***. Londrina: Embrapa. 1985. Documentos No. 10.

HOFFMAN-CAMPO, C. B.; OLIVEIRA, E. B.; MOSCARDI, F. **Criação massal da lagarta da soja *Anticarsia gemmatilis***. Londrina: Embrapa. 1985. Documentos No. 10.

HOFFMANN-CAMPO, B.S.; OLIVEIRA, L.J.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; CORSO, I.C. Pragas que atacam plântulas, hastes e pecíolos da soja. p. 145-212. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, S.B.; MOSCARDI, F. **Soja - Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-praga**. Embrapa. Brasília - DF. 2012. 859p.

HOFFMANN-CAMPO, C.B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; OLIVEIRA, L.J.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; PANIZZI, A.R.; CORSO, I.C.; GAZZONI, D.L.; OLIVEIRA, E.B. **Pragas da soja no Brasil e o seu manejo integrado**. Embrapa Soja. 2000. Circular Técnica, 30.

HONDA, J.Y.; LUCK, R.F. Interactions between host attributes and wasp size: a laboratory evaluation of *Trichogramma platneri* as an augmentative biological control agent for two avocado pests. **Entomologia experimentalis et applicata**. v.100, n.1, p.1-13, 2001.

HOOPER, K.R.; United States Department of Agriculture - Agricultural Research Service research on biological control of arthropods. **Pest Management Science**. v. 59, p. 643-653, 2003.

HYMOWITZ, T. On the domestication of the soybean. **Economic Botany**. v. 24, n. 4, p. 408-421, 1970.

KLEBA, J.B. Riscos e benefícios de plantas transgênicas resistentes a herbicidas: o caso da soja RR da Monsanto. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**. v. 15, n. 3, p. 9-42, 1998.

KOGAN, M. Integrated Pest Management: Historical Perspectives and Contemporary Developments. **Annual Review of Entomology**. v. 43, p. 243-270, 1998.

KOGAN, M.; TURNIPSEED, S.G.; SHEPARD, M.; DE OLIVEIRA, E.B.; BORGIO, A. Pilot insect pest management program for soybean in southern Brazil. **Journal of Economic Entomology**. v. 70, n. 5, p. 659-663, 1977.

LINK, D.; TARRAGÓ, M.F.S. Desfolhamento causado por lagartas em soja. **Revista do Centro de Ciências Rurais**. v. 4, n. 3, 1974.

LUNA, M.G.; SÁNCHEZ, N.E. Parasitoid assemblages of soybean defoliator Lepidoptera in north-western Buenos Aires province, Argentina. **Agricultural and Forest Entomology**. v. 1, n. 4, p. 255-260, 1999.

LUTZENBERGER, J.A. O absurdo da agricultura. **Estudos Avançados**. v. 15, n. 43, 2001.

MAGANO, D.A.; GRUTZMACHER, A.D.; ARMAS, F.S.; PAULUS, L.F.; PANOZZO, L.E.; MENTNECH, K.J.; ZOTTI, M.J. Evaluating the selectivity of registered fungicides for soybean against *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **African Journal of Agricultural Research**. v. 10, n. 40, p. 3825-3831, 2015.

MERLIN, C.H. Incidência de parasitóides e patógenos no controle de lagartas (Lepidoptera: Noctuidae) da soja. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2000.

MONDINI, M.L.; VIEIRA, C.P.; CAMBRAIA, L.A. **Época de Semeadura: um Importante Fator que Afeta a Produtividade da Cultura da Soja**. Embrapa, Dourados MS. 2001. Documentos, 34.

MONTEZANO, D.G.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; PAULA-MORAES, S.V.; ROQUE-SPECHT, V.F.; FRONZA, E.; BARROS, N.M.; SPECHT, A. Immature Development of *Spodoptera dolichos* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical entomology**. v. 45, n. 1, p. 22-27, 2015.

MORAES, R.R.; LOECK, A.E.; BELARMINO, L.C. Flutuação populacional de *Plusiinae* e *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 26, n. 1, p. 51-56, 1991a.

MORALES, L.; SILVA, M.T.B. Desafios do MIP-soja na região sul do Brasil e o plantio direto. **Anais do IV Congresso Brasileiro da Soja**. Londrina-PR. p. 134-139. 2006.

MORANDO, R. Resistência de genótipos de feijoeiro a *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae). Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP. Botucatu. 2014.

MOSCARDI, F.; BUENO, A.F.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; ROGGIA, S.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; POMARI, A.F.; CORSO, I.C.; YANO, S.A.C. Artrópodes que atacam as folhas de soja. p. 213-334. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, S.B.; MOSCARDI, F. **Soja - Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-praga**. Embrapa. Brasília - DF. 2012. 859p.

MOTTA, I.S.; LUCCA e BRACCINI, A.; SCAPIM, C.A.; INOUE, M.H.; ÁVILA, M.R.; BRACCINI, M.C.L. Época de semeadura em cinco cultivares de soja. II. Efeito na qualidade fisiológica das sementes. **Acta Scientiarum**. v.24, n.5, p.1281-1286, 2002.

NAGARAJA, H. Descriptions of new Trichogrammatidae (Hymenoptera) from Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*. v. 43, p. 37-44, 1983.

OERKE, E.C. Crop losses to pests. **The Journal of Agricultural Science**. v. 144, n. 01, p. 31-43, 2006.

OLIVEIRA, J.R.G; FERREIRA, M.C.; ROMAN, R.A.A. Diferentes diâmetros de gotas e equipamentos para aplicação de inseticida no controle de *Pseudoplusia includens*. **Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola**. v. 30, n. 1, p. 92-99, 2010.

OLIVEIRA, T.C. **Flutuação populacional de lagartas desfolhadoras e distribuição espacial de Plusiinae na cultura da soja [Glycine Max (L.) Merrill]**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Área de concentração: Fitossanidade. Universidade Federal de Goiás. Goiânia. 2014.

OMOTO, C.; BERNARDI, O.; SALMERON, E.; SORGATTO, R.J.; DOURADO, P.M.; CRIVELLARI, A.; CARVALHO, R.A.; WILLSE, A.; MARTINELLI, S.; P HEAD, G.P. Field-evolved resistance to Cry1Ab maize by *Spodoptera frugiperda* in Brazil. **Pest Management Science**. 2016.

PANIZZI, A.R. Entomofauna changes with soybean expansion In Brazil. **Proceedings World Soybean Research Conference V**. Bangkok. Kasetsart University Press, v. 1. p. 166-169. 1997.

PANIZZI, A.R. Importância histórica e perspectivas do Manejo Integrado de Pragas (MIP) em Soja. **Anais do IV Congresso Brasileiro da Soja**. Londrina-PR. p. 121-126. 2006.

PARRA, J.R.P. Mass Rearing of Egg Parasitoids for Biological Control Programs. p. 267-292. In: CONSOLI, F.L.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on Trichogramma**. Springer Netherlands. 2010. 482p.

PARRA, J.R.P. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. **Trichogramma e o Controle Biológico Aplicado**. FEALQ, Piracicaba. 1997. 354p.

PARRA, J.R.P. **Técnicas de criação de insetos para programa de controle biológico**. 6. ed. Piracicaba: FEALQ. 2001. 134 p.

PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. *Trichogramma* in Brazil: feasibility of use after twenty years of research. **Neotropical Entomology**. v. 33, n. 3, p. 271-281, 2004.

PASTRANA, J.A. **Los lepidópteros argentinos: sus plantas hospedadoras y otros sustratos alimenticios**. Buenos Aires, Sociedad Entomológica Argentina, 2004, 350p.

PATEL, P.N. Flutuação populacional de insetos fitófagos e agentes de controle natural de *Anticarsia gemmatilis* Hueb., 1818 e *Pseudoplusia includens* (Walk., 1857) em soja consorciada e não consorciada e bioecologia de seu endoparasito, *Microcharops anticarsiae* Gupta, 1987 (Hymenoptera: Ichneumonidae) em laboratório. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1991.

PINTO, J.D. Systematics of the North American species of *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Memorial of Entomology Society Washington**. v.101, n.22, p.1-287, 1999.

POLANCZYK, R.A.; PRATISSOLI, D.; VIANNA, U.R.; DOS SANTOS OLIVEIRA, R.G.; ANDRADE, G.S. Interação entre inimigos naturais: *Trichogramma* e *Bacillus*

thuringiensis no controle biológico de pragas agrícolas. **Acta Scientiarum Agronomy**. v. 28, n. 2, p. 233-239, 2008.

PRADO, P.C.N.; CUNHA, H.F.; SILVA, A.L. Ocorrência dos principais insetos-pragas da soja e seus inimigos naturais, em Santa Helena de Goiás. **Anais da Escola de Agronomia e Veterinária**. v.12, p.31-44, 1982.

PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R.A.; DALVI, L.P.; DA SILVA, A.F.; DE MELO, D.F.; CELESTINO, F.N. First report of parasitism of the *Trichogramma bruni* Nagaraja (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in eggs of *Urbanus proteus* (L.) (Lepidoptera: Hesperiidae) in snap beans (*Phaseolus vulgaris*) (L.). **Neotropical Entomology**. v. 36, p. 487-488, 2007.

PRATISSOLI, D.; PARRA, J.R.P. Seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle das traças *Tuta absoluta* (Meyrick) e *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**. v.30, n.2, p.277-282, 2001.

QUERINO, R.B.; ZUCCHI, R.A. Intraspecific variation in *Trichogramma bruni* Nagaraja, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) associated with different hosts. **Brazilian Journal of Biology**. v. 62, n. 4A, p. 665-679, 2002.

QUINTELA, E.D.; FERREIRA, S.B.; GUIMARAES, W.F.F.; OLIVEIRA, L.F.C.; OLIVEIRA, A.C. CZEPAK, C. Desafios do MIP em soja em grandes propriedades no Brasil. **Anais do IV Congresso Brasileiro da Soja**. Londrina-PR. p. 127-133. 2006.

QUINTELA, E.D.; TEIXEIRA, S.M.; FERREIRA, S.B.; GUIMARÃES, W.F.F.; OLIVEIRA, L.F.C.; CZEPAK, C. **Desafios do Manejo Integrado de Pragas da Soja no Brasil Central**. Embrapa Santo Antônio de Goiás. 2007. Comunicado Técnico No. 149.

R Core Team R: A language and environment for statistical computing. R. Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL<<https://www.R-project.org/>> 2016.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A.D.; LHAMBY, J.C.B.; BERTAGNOLLI, P.F. Rendimento de Grãos de Soja em Resposta à Época de Semeadura. Embrapa – Trigo. 2001. Comunicado Técnico online, 65.

SEAB – Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. **Agrotóxicos no Paraná**. Disponível em: <<http://celepar07web.pr.gov.br/agrotoxicos/pesquisar.asp>> Acesso em: 14/03/2017.

SEBAL, O.A.; EL-TAWIL, M.F. Side-Effect of Certain Herbicides on Egg Parasitoid *Trichogramma evanescens* (West.) (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Academic Journal of Entomology**. v. 5, n. 1, p. 01-10, 2012.

SHEPARD, M; CARNER, G.R.; TURNIPSEED, S.G. A comparison of three sampling methods for arthropods in soybeans. **Environmental Entomology**. v. 3, n. 2, p. 227-232, 1974.

SMITH, S. M. Biological control with *Trichogramma*: advances, successes, and potential of their use. **Annual Review of Entomology**. v. 41, n. 1, p. 375-406, 1996.

SONG, F.; SWINTON, S.M. Returns to integrated pest management research and outreach for soybean aphid. **Journal of Economic Entomology**. v. 102, n. 6, p. 2116-2125, 2009.

SOSA-GÓMEZ, D.R. Intraspecific variation and population structure of Velvetbean Caterpillar *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818 (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). **Genetics and Molecular Biology**. v.27, n.3, p.378-384, 2004.

SOSA-GÓMEZ, D.R. **Seletividade de agroquímicos para fungos entomopatogênicos**. 2006. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/download/artigos/seletiv_fung.pdf> Acesso em: 08/09/2016.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORSO, I.C.; OLIVEIRA, L.J.; MOSCARDI, F.; PANIZZI, A.R.; BUENO, A.F.; HIROSE, E.; ROGGIA, S. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. Embrapa-soja. 3ed. 2014. Documentos No.269.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; DELPIN, K.E.; MOSCARDI, F.; NOZAKI, M.H. The impact of fungicides on *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson epizootics and on populations of *Anticarsia gemmatilis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), on soybean. **Neotropical Entomology**. v. 32, p. 287-291, 2003.

SOSA-GÓMEZ, D.R.; OMOTO, C. Resistência a inseticidas e outros agentes de controle em artrópodes associados à cultura da soja. p. 673-723. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, S.B.; MOSCARDI, F. **Soja - Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-praga**. Embrapa. Brasília - DF. 2012. 859p.

STECCA, C.M. Distribuição espaço-temporal e flutuação populacional de lagartas desfolhadoras da soja. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Área de concentração: Produção vegetal. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 2011.

STEFANELLO JUNIOR, G.J; GRÜTZMACHER, A.D.; GRÜTZMACHER, D.D; LIMA, C.A.B.; DALMOZO, D.O.; PASCHOAL, M.D.F. Seletividade de herbicidas registrados para a cultura do milho a adultos de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Planta Daninha**. v. 26, n. 2, p. 343-351, 2008.

STETTER, J. Trends in the future development of pest and weed control - an industrial point of view. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**. v. 17, n. 3, p. 346-370, 1993.

STINNER, R.E. Efficacy of inundative releases. **Annual Review of Entomology**. v. 22, n. 1, p. 515-531, 1977.

STONER, K.A.; SAWYER, A.J.; SHELTON, A.M. Constrains to the implementation of IPM programs in the U.S.A.: a course outline. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 17, p. 253-268, 1986.

SUJII, E.R.; PIRES, C.S.; SCHMIDT, F.G.; ARMANDO, M.S.; BORGES, M.M.; CARNEIRO, R.G.; VALLE, J.C.V. Controle biológico de insetos-praga na soja orgânica do Distrito Federal. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**. v. 19, n. 2, p. 299-312, 2002.

TECNOLOGIAS - **Tecnologias de Produção de Soja: Região Central do Brasil 2012 e 2013**. Embrapa Soja. 2011. Sistemas de Produção No.15.

TINGLE, F.C.; MITCHEL, E.R. Seasonal Populations of Armyworms and Loopers at Hastings, Florida. **The Florida Entomologist**. v.60, n.2, p.115-122, 1977.

TURNIPSEED, S.G.; KOGAN, M. Soybean Entomology. **Annual Review of Entomology**. v. 21, p. 247-282, 1976.

USDA - United States Department of Agriculture. **Oilseeds and Production Update**. Brasília - GAIN Report BR1605. 2016.

VALVERDE, L.; QUERINO, R.B.; VIRLA, E.G. First record of *Rachiplusia nu* (Lepidoptera: Noctuidae) as host of the egg parasitoid *Trichogramma bruni* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Acta zoológica lilloana**. v. 58, n. 2, p. 250-252, 2014.

VALVERDE, L.; VIRLA, E.G.; QUERINO, R. Primera cita de *Trichogramma bruni* Nagaraja (Hymenoptera: Trichogrammatidae) en el cultivo de soja del noroeste argentino (Thcumán), con mención de un nuevo hospedador. **Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas**. v. 35, n. 1, p. 25-28, 2009.

VAN DRIESCHE, R.G.; BELLOWS Jr. T.S. **Biological Control**. New York: Chapman & Hall. 1996. 539p.

VAN LENTEREN, J.C. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **BioControl**. v. 57, n. 1, p. 1-20, 2012.

VAN LENTEREN, J.C.; BUENO, V.H.P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **BioControl**. v. 48, n. 2, p. 123-139, 2003.

VINSON, S.B., 1997. Comportamento de seleção hospedeira de parasitóides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. **Trichogramma e o Controle Biológico Aplicado**. FEALQ, Piracicaba. 1997. 354p.

WEARING, C.H. Evaluating the IPM implementation process. **Annual Review of Entomology**. v. 33, p. 17-38, 1988.

ZUCCHI, R.A.; QUERINO, R.B.; MONTEIRO, R.C. Diversity and hosts of *Trichogramma* in the New World, with emphasis in South America. p. 219-236. In:

CONSOLI, F.L.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on Trichogramma**. Springer Netherlands. 2010. 482p.

ZUFFO, A.M.; ZAMBIAZZI, E.V.; GESTEIRA, G.S.; REZENDE, P.M.; BRUZI, A.T.; SOARES, I.O.; GWINNER, R.; BIANCHI, M.C. Agronomic performance of soybean according to stages of development and levels of defoliation. **African Journal of Agricultural Research**. v. 10, n. 19, p. 2089-2096, 2015.